

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-242194

(43)Date of publication of application : 26.08.2004

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

(21)Application number : 2003-031398

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 07.02.2003

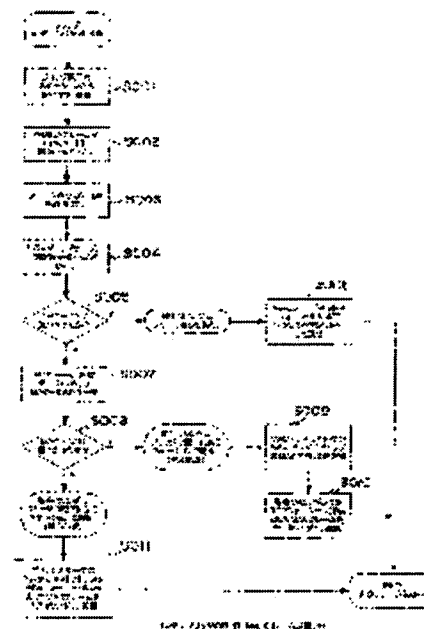
(72)Inventor : HASHIMOTO MASANORI

## (54) RPR NETWORK SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To dispense with a flag and an ET for identification indicating that addition of a MAC address and encapsulation of a frame are performed.

**SOLUTION:** A bridge node transmits a MAC frame addressed to a station node by converting it into an RPR MAC frame and transmits a MAC frame addressed to a station outside a ring connected with the other bridge node by encapsulating it by the RPR MAC frame. Thus, the bridge node receives an RPR MAC frame with the encapsulated MAC frame and the station node receives the RPR MAC frame which is not encapsulated.





## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードと M A C フレームを中継する複数のブリッジノードとが接続された R P R ネットワークにおいて、前記各ステーションノードは、他のステーションノードに M A C フレームを送信する場合には、前記他のステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された R P R M A C フレームを送信し、或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションに M A C フレームを送信する場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、前記各ブリッジノードは、自身に接続されたリング外のステーションから他のブリッジノードに接続された前記リング外のステーションの M A C アドレスが宛先アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、自身に接続された前記リング外のステーションから或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信し、前記各ステーションノードは、M A C フレームがカプセル化されていない R P R M A C フレームを取り込み、前記各ブリッジノードは、M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを取り込み、取り込んだ R P R M A C フレーム内の M A C フレームを自身に接続されたリング外のステーションへ送信する R P R ネットワークシステム。

10

20

## 【請求項 2】

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードの M A C アドレスが登録されたテーブルを有し、前記各ステーションノードは、M A C フレームを送信する場合に、この M A C フレームの宛先 M A C アドレスが前記テーブルに登録されていれば、この M A C フレームを R P R M A C フォーマットで送信し、宛先 M A C アドレスが前記テーブルに登録されていなければ、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを送信し、各ブリッジノードは、自身に接続された前記リング外のステーションから受信した M A C フレームを中継する場合に、この M A C フレームの宛先 M A C アドレスが前記テーブルに登録されていれば、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信し、宛先 M A C アドレスが前記テーブルに登録されていなければ、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを送信する請求項 1 記載の R P R ネットワークシステム。

30

## 【請求項 3】

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、さらに、前記各ブリッジノードの M A C アドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションの M A C アドレスとを対応づけて格納する対応テーブルを有し、前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを送信する場合に、この M A C フレームの宛先 M A C アドレスに対応するブリッジノードの M A C アドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードの M A C アドレスを前記 R P R M A C フレームの宛先 M A C アドレスに設定する請求項 2 記載の R P R ネットワークシステム。

40

## 【請求項 4】

前記各ステーションノードおよび／または前記各ブリッジノードは、前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、M A C フレームがカプセル化

50

された R P R M A C フレームを送信する場合に、この M A C フレームの宛先 M A C アドレスに対応するブリッジノードの M A C アドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記 R P R M A C フレームの宛先 M A C アドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する

請求項 3 記載の R P R ネットワークシステム。

【請求項 5】

前記各ブリッジノードは、M A C フレームがカプセル化され且つこの M A C フレームの宛先 M A C アドレスに対応するブリッジノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された R P R M A C フレームを送信する場合に、この R P R M A C フレームの送信元 M A C アドレスに自身の M A C アドレスを設定し、

10

前記各ブリッジノードから送信される M A C アドレスがカプセル化された R P R M A C フレームを中継するステーションノードおよび／またはブリッジノードは、この R P R M A C フレームの送信元 M A C アドレスと、この R P R M A C フレーム内の M A C フレームの送信元 M A C アドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する

請求項 3 記載の R P R ネットワークシステム。

【請求項 6】

R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続され、

前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記リング外のステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

20

前記ステーションから或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信するブリッジノード。

【請求項 7】

R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを中継する複数のブリッジノードとともに接続され、

前記リングに接続された他のステーションノードに M A C フレームを送信する場合には、この他のステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された R P R M A C フレームを送信し、

30

或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションに M A C フレームを送信する場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信するステーションノード。

【請求項 8】

R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載され、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記ステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信する R P R カード。

40

【請求項 9】

R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードの M A C フレーム中継方法であって、前記ブリッジノードが、

前記リング外のステーションから送信され、前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに

50

設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、  
或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信する  
ことを含むブリッジノードのMACフレーム中継方法。

【請求項10】

RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載されるRPRカードのMACフレーム中継方法であって、前記RPRカードが、  
前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、  
或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信する  
ことを含むRPRカードのMACフレーム中継方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リングネットワークに関し、特に、IEEE802.17で規定されるRPR (Resilient Packet Ring) プロトコルのMACブリッジングを実現する方式および実装技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

RPRは都市間におけるネットワーク、いわゆるMAN/WAN (Metropolitan area network/Wide area network) に提供されることを主目的としたネットワークプロトコル技術である。RPRはIEEE802.17委員会においてDraft (ドラフト) を制定すべく検討が進められている。2002年9月現在、最初の標準仕様であるDraft V1.0 (仮仕様) がリリースされた段階で、9月末の会合にて承認、その後必要な修正を経て、2003年3月には最終仕様が決定される予定になっている。RPRは過去にCisco社が発表したSRP (Spatial Reuse Protocol) をベースにしており、以下の特徴を持つ。

1. 双方向二重リングネットワークをサポートする。
2. MAC (Media Access Control) レイヤ (レイヤ2) をサポートする。
3. 使用帯域の有効利用率が高い。
4. Plug & Play (プラグ・アンド・プレイ) である。
5. 障害時の切り替え時間が50ms以内である。

【0003】

なお、SRPについては、例えば、特許文献1に記載されている。

【0004】

RPRは上記に加えて以下の点が特徴となっている。

1. 優先度クラスが3つあり、上位レイヤのQoS (Quality of Service) 制御が実装しやすい。
2. 障害時の切り替え方式がステアリング方式 (障害により到達しなくなったルートをリングの逆方向に切り替える方式) であり、ラッピング方式 (障害により到達しなくなったルートを障害発生点の手前で逆方向リングに折り返す方式) はオプションである。
3. 規定をMACレイヤに限定し、最下位レイヤ (物理レイヤ) によらない方式である

。

## 【0005】

RPRは、新しいMACレイヤプロトコルであり、MACフレームを終端する。したがって、本プロトコルを実装する装置（RPR装置）はそれ以上のレイヤ処理を行う装置（いわゆるルータ、ゲートウェイ等）であるのが基本として考えられてきた。しかし、最近のIEEE会合においては、RPR装置がMACフレームをトランスペアレントで転送可能な装置（いわゆるブリッジ）として動作可能とするようにその転送方法を規定する検討がされている。

## 【0006】

しかしながら、これには多くの課題とその解決方法が示され、最終的にはIEEE 802.1Dに準拠した形で提案がなされている。しかし、この方法にも問題があり規格がまとまるに至っていないのが現状である。

## 【0007】

本願発明に係る技術を説明するため、まず以下の用語の定義を行う。

（１）MACフレーム：MACヘッダを持つフレーム。ここではIEEE 802.3に規定されたイーサネット（登録商標）のフレームおよびIEEE 802.17で規定されたRPR MACヘッダを持つフレームを指す。特に区別する場合は、それぞれ“EMACフレーム”、“RMACフレーム”と呼ぶ。図17にEMACフレームおよびRMACフレームのフォーマットを示す。

（２）ノード：RPRプロトコルを実現する装置である。双方向二重リング上に存在する。本明細書においては、“RPRノード”、“RPR装置”とも呼ぶことがある。

（３）ステーション：MACフレームを終端する装置である。MACフレームを受信し、上位レイヤにデータ部を渡す。また、上位レイヤからのデータをMACフレーム化して送信する。受信時、エラーフレームおよびMACフレームの相手先アドレス（MAC DA）が自装置MACアドレス（MAC SA）に一致しない場合は廃棄を基本とする。但し、受信フレームがRMACフレームである場合には、そのRMACフレームを受信した側と逆側に通過させる。RPRプロトコルを処理するノード（RPRノード）が上記ステーション機能を持つ場合、“ステーションノード”と呼ぶ。

（４）ブリッジ：MACフレームをエラーのない限り中継する装置である。通常、ブリッジは、自身が所有する或る物理ポートからきたMACフレームを他の全物理ポートにコピーして配信する。また、ブリッジはMACアドレス学習機能を持ち、ブリッジが所有するどの物理ポートにMACアドレスの送信元／相手先アドレスで示される装置が接続されているかを、中継するフレームのMAC DA／SAよりテーブル（ポート－MACアドレス対応テーブル）を作成して保存する。２回目以降の受信では、受信したMACフレームのMAC DA／SAをチェックし、相手先アドレスを持った装置が接続された物理ポートのみにMACフレームを送信する。これによって、他のポートに余計な負荷を係ることが防止される。RPRプロトコルを処理するノード（RPRノード）が上記ブリッジ機能を持つ場合には、そのノードを“ブリッジノード”と呼ぶ。

## 【0008】

次に、従来技術としてまずIEEE 802.17で仮に規定されたステーション間でのRMACフレームの送受信方法について説明する（例えば、非特許文献１）。

## 【0009】

図18は、RPRネットワークの１例を示す。図18において、SA～SLはノードであり、ステーション機能を持つステーションノードである。ノードSA～SLは順に双方向の通信線（通常、光ファイバ等が使用される）で図18に示す状態（順序）でリング状に接続されている。ここで、説明のためにこのRPRネットワークを以下の通りに定義する。

。

〈１〉各ノードのMACアドレス

SA：MSA、SB：MSB、・・・ SL：MSL

〈２〉時計周り（外回り）接続順

10

20

30

40

S A → S B → S C ・ ・ ・ S L → S A

〈3〉反時計回り（内回り）接続順

S A → S L → S K ・ ・ ・ S B → S A

R P Rでは、受信したフレームを以下のように処理することが規定されている。

A) F C S / H E Cでエラーチェックを行い、エラーであれば廃棄する。

B) そうでない場合、M A C D Aをチェックし、自装置のM A Cアドレスと一致すれば、内部に取り込み、上位レイヤにデータ部を渡す。

C) M A C D Aが自装置アドレスでない場合、M A C S Aが自装置アドレスと一致するかどうかをチェックし、一致すれば廃棄する。

D) そうでない場合、T T L ≤ 1であるかチェックし、そうであれば廃棄する。

10

E) そうでない場合、T T Lを-1し、フレームを構成しなおして（具体的にはH E CおよびF C Sを計算しなおして）、次の隣接ノードに送信する（“通過”とよばれる）。

したがって、図18に示すノードS Aは、ノードS Dにフレームを送信する場合には、図19に示すようなR M A Cフレームを組み立てる。

#### 【0010】

通常、ノードS Aは、フレームを中継するノード数が少ない方向（“近い方向”と呼ぶ）である外回りリングに送信する。このフレームは、最初にノードS Bに到達する。ノードS Bは、フレームのM A C D Aが自装置M A Cアドレスと一致しないため、このフレームを通過させる（具体的には次のノードに相当する隣接ノードS Cに送信する）。このとき、T T Lの値が1つ減じられる。ノードS CもノードS Bと同様の処理を行い、フレームはノードS Dに到達する。ノードS Dは、フレームのM A C D Aが自装置M A Cアドレスと一致するので、このフレームをノード内部に取り込み、フレームのデータ部を上位レイヤに渡し、処理を完了する。

20

#### 【0011】

上述した処理を行うには、各ノードは各リング方向（外回り、内周りのそれぞれ）において目的地ノードまでの中継ノード数を具体的に知っておく必要がある。R P Rプロトコルはこの目的を達成するため、リングの形態（トポロジ）を知るためのトポロジディスカバリパケットと呼ばれる制御パケットをR P Rノード間でやりとりする。トポロジディスカバリパケットには、各ノードおよび隣接ノードのM A Cアドレスが情報として含まれている。トポロジディスカバリパケットを受け取った各ノードは自分の情報を追加して隣接ノードに送る。これらの処理を各ノードが行う。これによって、最終的には、全ノードが他の全てのノードのM A Cアドレスと中継ノード数（正確にはフレーム送信に必要なT T L数）を知ることができる。各ノードはこれをトポロジマップテーブルとして保持する。例として、図20（表1）に、図18に示したノードS Aが持つトポロジマップテーブルを示す。なお、トポロジディスカバリパケットは、初期設定時、ノードの追加／削除時の他、各ノード間で定期的に送受信され、常にネットワークの最新情報が保たれる。

30

#### 【0012】

また、ノードあるいはノード間の通信線に障害が発生した場合、その障害を検出したノードは、プロテクションパケットと呼ばれる制御パケットを他の全てのノードに送信する。これによって、トポロジの変化が各ノードに通知される。トポロジの変化は直ちにトポロジマップテーブルに反映される。例として、図21（表2）に、図18に示すノードS CからノードS Dにフレームを送信するための通信線に障害が発生した場合のトポロジマップテーブルの変化を示す。このように、トポロジマップテーブルにトポロジの状態が反映されることによって、ノードS AからノードS D以遠のノードには外回りルートで通信を行うことができないことが示される。これによって、ノードS Aは実際にS D以遠のノードに対しては内回りルートを使用して通信を行うことを判別可能となる。この技術はステアリングと呼ばれ、R P Rの主要技術の1つになっている。

40

#### 【0013】

さて、通常のネットワークにこのR P Rを適用する場合、リング上のノードの外には、イーサネット等の各種のネットワークが通常接続されており、リング外同士のステーション

50

の通信を可能にする必要がある。

【0014】

元々、RPRでは、元々、リング外部ステーション間のフレームの中継は上位レイヤを介して行うことが想定されていた。つまり、リング上ノードで受信されたリング外部ステーションからのMACフレームは、いったん上位レイヤによって次の中継先（他のリング上ノード）が指定され、RPR MACレイヤのフレームとしてリング上に送信される。そして、このフレームはリング上の別のノードで受信され、そこでまた上位レイヤで次の中継先（リング外ステーション）が指定され、外部のプロトコルのフレームとなって目的のステーションに送信される。このような中継手順では、リング上のノードが必ずルータでなければならないことを示す。しかし、リング外のステーションで扱われるフレームがイーサネットフレーム等のRPRと同じレイヤのプロトコルである場合にはコスト、速度の面で負担が大きい。

10

【0015】

IEEE 802.17 委員会では上記問題を解決するため、MACフレームを上位レイヤの仲介なしに中継するブリッジ機能を持たせるMACブリッジング方式を規定し、RPRノードがブリッジとして動作する機能を規定に盛り込もうとしている。現在、この機能を実現するにあたって有力な規定はIEEE 802.1Dで規定されているトランスペアレントブリッジ方式であり、IEEE 802.17の規定もこの方向でまとめられようとしている（例えば、非特許文献2, 3, 4, 5参照）。

【0016】

しかしながら、このトランスペアレントブリッジ方式は以下に示すような幾つかの問題がある。IEEE 802.17 委員会でもこの問題が指摘され、現状では、ブリッジ機能の具体的な標準規定は未だ見えていない。

20

【0017】

MACブリッジングを行うブリッジ装置は、例えば、図22に示すようなIEEE 802.17に規定されるRPRネットワーク上にブリッジノードとして設置される場合には、以下の通信が可能でなくてはならない（例えば、非特許文献6）。

- 1) SX-BJ-BD-SY の通信（双方向）
- 2) SX-BJ-SA の通信（双方向）
- 3) SA-SGの通信（双方向、ブリッジ通過）

30

これらのすべての通信を可能とするために、IEEE 802.17 委員会において、IEEE 802.1Dのトランスペアレントブリッジ方式が提案された。この方式をそのままRPRネットワークのノードに適用した場合には、ブリッジノードは図23に示すフレーム処理（トランスペアレント変換）を行う。

【0018】

図23において、フレーム処理を行うリング上のブリッジノードは、通信が行われるリング外のMACアドレスがどのリング上のブリッジに接続されているかの情報を学習しテーブル化する。これによって、上記1)～3)の通信を行うことができる。しかし、このトランスペアレントブリッジ方式には、以下に示すような問題点がIEEE 802.17 委員会で指摘されている（例えば、非特許文献7）。

40

【0019】

〈1〉ブリッジノードのMACアドレスと、このブリッジノードに接続されたリング外の装置のMACアドレスとの関係が学習できないままになる。このため、リング外の装置宛のフレームが通過するブリッジノードでいつもブリッジノードに接続されたネットワーク宛にフレームがコピー（これをフラッディングと呼ぶ）され、ネットワークの負荷を増大させる可能性がある。

【0020】

RPRでは、通常、リング上のあるノードから別のあるノードにMACフレームを送信する場合には、リングレット選択において、TTLの少ない方が選択される。図22に示したネットワークでBJ-BD間が等距離である場合には、通常どちらかのルートが予め決

50



定される。ここで、 $SX \rightarrow BJ \rightarrow SA \rightarrow BD \rightarrow SY$ のルートでフレームが送信される場合には、ルートの中間にある各ブリッジノード  $BL$ 、 $BC$  は、通過するフレームからステーション  $SX$  がブリッジノード  $BJ$  に接続されていることを学習することができる。

#### 【0021】

しかし、ブリッジノードは、ステーション  $SY$  がブリッジノード  $BD$  に接続されていることを未学習である場合には、ステーション  $SY$  が自装置（自身）に接続されている可能性があるため、フレームの通過と同時にコピーも行い、自装置に接続されたリング外ネットワークにフレームを送信する。また、このフレームが通らない各ブリッジノード  $BF$ 、 $BI$  は、ステーション  $SX$  がブリッジノード  $BJ$  に接続されていることを学習することができない。

10

#### 【0022】

ステーション  $SY$  から上位レイヤでこの応答があると仮定してステーション  $SX$  へフレームが送信され、このフレームが  $SY \rightarrow BD \rightarrow SG \rightarrow BJ \rightarrow SX$  というルートで伝わる場合（各ステーションで同一アルゴリズムだと、等距離は同一方向を選択するため）では、各ブリッジノード  $BF$ 、 $BI$  は、ステーション  $SY$  がブリッジノード  $BD$  に接続されていることを学習できる。しかし、各ブリッジノード  $BL$ 、 $BC$  は学習できない。また、各ブリッジノード  $BF$ 、 $BI$  は、ブリッジノード  $BJ$  にステーション  $SX$  が接続されていることを未だ学習していないので、フレームのコピーをリング外ネットワークに送出する。

#### 【0023】

ステーション  $SY$  からのフレームが最終的にステーション  $SX$  に到達すると、ステーション  $SX-SY$  間は外回りのルート（上記ルート）で通信可能となる。しかし、中間の各ブリッジノード  $BL$ 、 $BC$ 、 $BF$ 、および  $BI$  は自身を通過するフレームのアドレスをいつまでも学習できず、恒常的にフラグディングが発生してしまう（図24参照：例えば、非特許文献8，スライド11および12）。

20

#### 【0024】

上記した問題を防ぐ方法として、フレームが来た方向にその応答を送信する方法がある。例えばブリッジノード  $BJ$  はステーション  $SY$  への送信は外回り、ブリッジノード  $BD$  もステーション  $SX$  への送信は外回りとしてスタートする。この方法では、各ステーション  $SX$ 、 $SY$  が同時に相手に向かってフレームを送信した場合には、そのフレームは外回りを通過して相手に届き、その応答は内回りを経由して相手に返り、その応答はまた外回りを使って・・・というように行き先が定まらず発振状態となる。これによって、フレームの送信遅延によってはフレームの順序逆転が起きる可能性がある（例えば、非特許文献8，スライド7および8）。

30

#### 【0025】

また、図22に示すように、ステーション  $SZ-SY$  間の通信は、原則として近い方のルートを使用する。したがって、 $SZ-BL-SA-BD-SY$  のルートで双方向の通信が行われる。ここで、 $BL \rightarrow SA$  への通信線が断になる（切れる）と、 $SZ \rightarrow SY$  方向は外回りで通信できなくなる。このため、ステアリングにより内回りリングが使用される。このとき、各ブリッジノード  $BJ$ 、 $BF$ 、 $BI$  は、ステーション  $SY$  がブリッジ  $BD$  に接続されていることを学習できていない。したがって、フラグディングが発生する。しかも、その応答は今まで通り内回りリングで  $SY \rightarrow BD \rightarrow SA \rightarrow BL \rightarrow SZ$  のルートで送られる。これによって、先程のアドレス対応の学習はいつまでもできない（図25参照：例えば、非特許文献9，スライド11および12）。

40

#### 【0026】

上記した問題を防ぐ方法として、最初の問題と同じくフレームが来た方向にその応答を送信する方法がある。しかし、ブリッジノード  $BD-BL$  間で遠い方のルートが選択されると、近い方の選択よりも通過ノードが増える。したがって、結果として全体の使用可能帯域をより消費する。言い換えれば、ネットワークへの負荷が増大する。

#### 【0027】

このように、現状のトランスペアレントブリッジ方式ではいくつかのケースにおいてよけ

50

いな負荷が増大する可能性がある。

#### 【0028】

〈2〉信頼性などの理由により、複数のブリッジノードに接続されているリング外ネットワーク上の装置向けのフレームにおいては、行き先がわからず、フレームが消失する可能性がある。

#### 【0029】

図26に示すように、リング外ステーションSYがリング上の2つのブリッジノードBC、BDに接続されていることは、信頼性の観点から考えられる。このとき、ステーションSYと各ブリッジノードBC、BDの接続の選択は、IEEE802.1Dに規定された10  
スパニングツリープロトコルを適用することによって決定される。仮に、BC-SY間のルートが選択されている場合には、例えばSX-SY間のフレーム送受信は、ブリッジノードBCを経由して行われ、リング上の各ノードはブリッジノードBCにステーションSYが接続されていることを学習する（図26：通常状態）。

#### 【0030】

ここで、BC-SY間が障害になると、ステーションSYはスパニングツリープロトコルによりBD-SY間のルートを選択する。しかし、ブリッジノードBCはステーションSYとの通信が単に障害と判定するだけで、ブリッジノードBDが代行できることを知る方法がない。したがって、ステーションSY宛に送られるフレームはブリッジノードBCで20  
引き取られ、そこで障害と判定され廃棄される。したがって、ステーションSXからステーションSYへのフレームは、BD-SYのルートがあるにもかかわらず、すべて届かなくなってしまう（図27：BC-SY間障害状態）。これでは、信頼性を高めるためにステーションSYをブリッジBCおよびBDの双方に接続した意味がない（例えば、非特許文献8、スライド9および10）。

#### 【0031】

上記問題を解決する案として、IEEE802.17委員会では、RPRヘッダにフラッディングビットを設けることが提案された。このフラッディングビットがセットされたフレームは宛先のいかにかわらず、リング上の全ノードが受信できるように処理を行う。この概念図を図28に示す。この案は常に全ノードにフレームが行き渡る方法を作ることにより、〈2〉のような場合でもフレームが目的地に到達することができる。また常に全ノードが同じ内容を学習できる。したがって、〈1〉のような問題は発生しない。30

#### 【0032】

しかしながら、或るフレームにおいて常にほぼ全ノードの通信帯域を使用するということは、RPRの大きな特徴であるSpatial Reuse（空間の再利用）を失うことになる。実際に、上述した案による方式は、現在実現されているイーサネットのブリッジ装置をリング上に接続した場合でフレームを送受信するのとはほぼ同じ動作になる。このため、RPRを使用する意義がなくなってしまうという問題があらたに発生する。

#### 【0033】

これらの問題は、フレームをトランスペアレントで送信するために、RPR MACヘッダの宛先アドレスがリング上のノードのアドレスではなくなることに起因している。言い換えれば、リング上の受信すべき（中継すべき）ノードをMACアドレスでユニークに指定できないことが、トランスペアレントブリッジ方式で上記したような各問題を起こす要因となっている。40

#### 【0034】

そこで、IEEE802.17委員会では、EMACフレームをRMACフレームに変換する場合においてRMACフレームに元のEMACアドレスを追加するような形で上記問題の解消を図る方法が検討されている。これはエンハンスブリッジ方式と呼ばれている。この方式には以下のようなフォーマット案が提案されている。

#### 【0035】

（A案） MACアドレスをRPRフォーマットに追加して送受信する方式

図29にMACアドレスを追加したフォーマット案を示す。このA案は、リング上のノード50

ドで、リング外から来たイーサネットフレームに対し必ずリング上のノードのアドレスを宛先として付加する方法である。A案は上記問題を解消できる。リング外のMACアドレスとリング上のMACアドレスとの対応づけを行うため、トランスペアレントブリッジでリング外のステーションがどのリング上のブリッジノードに接続されているかを学習してテーブル化する（例えば、非特許文献9，スライド17）。

#### 【0036】

しかし、A案には、次の欠点がある。すなわち、A案は、今までのRPRフォーマットと互換性がない。このため、A案に従って製造される装置と既存の装置との通信が不可能になる。これは、RPR装置向けに設計されたRPR MACレイヤ処理用の既存のLSIが使用できないことを意味する。また、A案では、リング上の全てのノードが上記処理（リング上のMACアドレスを追加する処理）を行わなければならない。このため、リング上のステーションノード間通信では、RPR MACアドレスとMACアドレスに同じアドレスを設定しなければならない。このような処理は、リング上のステーションノード間の通信に限ってみれば無駄である。また、A案に係るフォーマットはオーバーヘッドが常に大きく、データ通信効率が悪いという面もある。

#### 【0037】

（B案） MACアドレスを追加するかどうかをフラグで識別する案

MACアドレスの追加は、本来的には、ブリッジが通信に関係する場合にのみ必要な情報である。したがって、送受信側のどちらか（あるいは両方）がブリッジノードである場合にのみMACアドレスを追加する案が考えられる。このB案を図30に示す。B案とA案との違いは次の通りである。すなわち、A案は常にRPR MACアドレスを付加し、フォーマットを変更する。これに対し、B案は、必要な場合にのみRPR MACアドレスを付加し、それ以外は既存のフォーマットで通信を行う。したがって、リング上のステーションノード間の通信では、RPR MACアドレスの追加は適用されない。

#### 【0038】

しかしながら、リング上のブリッジノードおよびステーションノードは、通信相手によってMACアドレスの付加あり／なしを区別しなければならない。このため、RPRヘッダにMACアドレスが付加されているか否かを判定するための情報（フラグ：最低1ビット）が必要である。

#### 【0039】

B案には、次の欠点がある。すなわち、B案のようにフラグが付加されたフォーマットは、A案と同様に元のフォーマットと互換性がない。さらに、B案は、新たにRPRヘッダにフラグを追加しなければならない。このため、既存の仕様で製造された装置との互換性がなく、既存のRPR MACレイヤLSIが使用できない。但し、B案は、A案と異なり、ステーションノード間の通信については、既存の装置と通信を行うことができる。また、B案は常にRPR MACアドレスを付加しない。このため、全体の通信量に対するオーバーヘッドはA案に比べて小さい。

#### 【0040】

（C案） ブリッジでフレーム全体をカプセル化する案

フォーマットに互換性を待たせるため、ブリッジでMACフレーム全体（EMACフレーム）をRPR MACフレームでカプセルリングする方法が考えられる。このC案に係るフォーマットを図31に示す（例えば、非特許文献9，スライド21、非特許文献10，スライド11）。

#### 【0041】

C案では、カプセルリング（エンカプセル）を示すためのET（イーサネットタイプ）を新しく登録する必要がある（IETFに申請が必要）。C案において、単にMACフレームをカプセルリングするだけなら問題はない。しかし、ラベルをヘッダとペイロードの間に追加するプロトコル（IEEE802.1Q-VLAN, MPLS等）のサポートがそのままではできなくなってしまう（IEEE802.17ではこれらのプロトコルをサポートできるような規定が存在している）。これらのプロトコルを処理するためには、また新し

10

20

30

40

50

い E T を登録する必要がある、それは処理したいプロトコルの数だけ必要になる。

#### 【0042】

以上説明した A ～ C 案のいずれも、その送信先がブリッジ配下のリング外ステーションである場合において、そのステーション M A C アドレスとそれが接続されているリング状のブリッジノードの M A C アドレスとの対応が学習されているときに、リング上の送信元及び宛先に相当する M A C アドレスを追加することによって送信が可能となる。

#### 【0043】

しかし、新しくブリッジ配下にステーションを追加した場合においてはこの対応関係が学習できていない場合がある。この場合には、全ノード（正確にはその中のブリッジのみ）にフレームを送る必要がある。このため、宛先 M A C アドレスとしてブロードキャスト M A C アドレスが追加される。ブロードキャスト M A C アドレスが追加されたフレーム（R P R フレーム）は、各ノードで受信される。当該 R P R フレームを受信したブリッジノードは、配下のリング外ポートすべてにこの R P R フレームをイーサネットフレームに変換して送る。リング外ポートのいずれかに該当の M A C アドレスを持つ装置（このイーサネットフレームの M A C D A を持つ装置）があれば、その装置は所望のイーサネットフレームを受信することができる。しかし、このイーサネットフレームの宛先に該当しないステーションは、このイーサネットフレームを受信して中身を解釈した後に廃棄する。

#### 【0044】

上記のような処理を実現するには、上記 A ～ C 案のいずれでも M A C アドレスが追加された新しいフォーマット（あるいはカプセル化したフォーマット）をノードで解釈できるようになっていなければならない（図 3 2 参照）。このことは A 案だけでなく、B および C 案も既存のフォーマットのみを処理する装置をリング内に配置できないことを意味する（図 3 3 参照）。

#### 【0045】

その他、本願発明に係る先行技術として、下記の非特許文献 1 1 ～ 1 7 に記載された技術がある。

#### 【0046】

##### 【特許文献 1】

米国特許第 6 3 1 4 1 1 0 号明細書

#### 【0047】

##### 【非特許文献 1】

I E E E D r a f t P 8 0 2 . 1 7 / D 1 . 0 ( P 8 0 2 - 1 7 D 1 - 0 b . p d f ) 、 5 , 6 , 8 および 1 0 章、インターネット < U R L : h t t p : / / w w w . n t p . n e t . f u j i t s u . c o . j p / S t O r g / I E E E / >

#### 【0048】

##### 【非特許文献 2】

B r i d g i n g A d - H o c ( B A H ) O v e r v i e w ( b a h - u p d - 0 1 . p d f ) 、インターネット < U R L : h t t p : / / w w w . i e e e 8 0 2 . o r g / 1 7 / d o c u m e n t s / p r e s e n t a t i o n s / m a y 2 0 0 2 / i n d e x . h t m >

#### 【0049】

##### 【非特許文献 3】

B r i g i n g o n 8 0 2 . 1 7 L A N w i t h 8 0 2 . 1 D / Q C o m p l i a n c e ( b a h - d o t 1 - 0 1 . p d f ) 、インターネット < U R L : h t t p : / / w w w . i e e e 8 0 2 . o r g / 1 7 / d o c u m e n t s / p r e s e n t a t i o n s / m a y 2 0 0 2 / i n d e x . h t m >

#### 【0050】

##### 【非特許文献 4】

B a s i c B r i d g i n g C o m p l i a c n e ( b a h - b a s i c - 0 3 . p d f ) 、インターネット < U R L : h t t p : / / w w w . i e e e 8 0 2 . o r g /

10

20

30

40

50

17/documents/presentations/jul2002/index.  
htm>

【0051】

【非特許文献5】

Enhanced Bridging Spatial Reuse of 802.17 Bridge Traffic (bah-enhnc-02.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【0052】

【非特許文献6】

802.17 Frame Structure and Bridging Ad-Hoc Support (bah-frm-01.pdf)、スライド11, 17, 21、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【0053】

【非特許文献7】

Flooding in 802.17 Networks (bah-fld-01.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【0054】

【非特許文献8】

802.1D/Q Compliance and Spatial Reuse (bah-spat-01.pdf)、スライド7-8, 9-10, 11-12、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【0055】

【非特許文献9】

BAH 802.17 Frame Structure Requirements (bah-frame-02.pdf)、スライド11、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【0056】

【非特許文献10】

BAH Summary (bah-motion)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【0057】

【非特許文献11】

802.17 presentations (bah-fld-01.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【0058】

【非特許文献12】

Bridging Ad-Hoc (BAH) Overview (bah-over-01.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【0059】

10

20

30

40

50

## 【非特許文献 13】

802.17 Bridging Compliance Roadmap (bah-road-01.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

## 【0060】

## 【非特許文献 14】

TA Document IEEE802.17-11 Jul2001/0.40:3, October 2001 (Basic-Bridging-Draft-Text.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

10

## 【0061】

## 【非特許文献 15】

Proposed D0.3 Changes for Enhanced Bridging July 1, 2002 RESILIENT PACKET RING (RPR) (bridge-spat-draft02.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

## 【0062】

20

## 【非特許文献 16】

IEEE Draft P802.17/D0.3 Contribution, DRAFT STANDARD FOR (Flooding.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

## 【0063】

## 【非特許文献 17】

IEEE Draft P802.17/D0.3 Contribution June 28, 2002, RESILIENT PACKET RING (RPR) (Formats.pdf)、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

30

## 【0064】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的の一つは、上述した問題に対し、MACアドレスの追加／フレームのカプセル化が行われていることを示す識別用のフラグ／ETを不要とするRPRネットワークに係る技術を提供することである。

## 【0065】

また、本発明の目的の一つは、リング上のブリッジノードだけがアドレス不明のフレームを受信する手段をもつRPRネットワークに係る技術を提供することである。

40

## 【0066】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記した課題を解決するため以下の構成を採用する。

## 【0067】

すなわち、本発明は、1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとMACフレームを中継する複数のブリッジノードとが接続されたRPRネットワークにおいて、

前記各ステーションノードは、他のステーションノードにMACフレームを送信する場合には、前記他のステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信し、或るブリッジノードに接続された前記リング外のステ

50

ーションにMACフレームを送信する場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

前記各ブリッジノードは、自身に接続されたリング外のステーションから他のブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMACアドレスが宛先アドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR

MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、自身に接続された前記リング外のステーションから或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、

前記各ステーションノードは、カプセル化されていないRPR MACフレームを取り込み、 10

前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを取り込み、取り込んだRPR MACフレーム内のMACフレームを自身に接続されたリング外のステーションへ送信するRPRネットワークシステムである。

#### 【0068】

本発明において、MACフレームは、例えばEMACフレームであり、RPRMACフレームは、RMACフレームである。

#### 【0069】

また、本発明は、1以上のリングで構成されるリングネットワーク、例えば、IEEE 802.17で検討されている双方向二重リングで構成され、ステーションノードとブリッ 20  
ジノードとが混在するRPRネットワークに適用することができる。

#### 【0070】

ステーションノードは、MACフレームを終端処理する機能、つまり送信元および宛先になる機能をもつ。また、ブリッジノードは、MACフレームを終端せず、自身が持つプロトコルと同じまたは別のプロトコルのネットワークへMACフレームを中継する機能を持つ。

#### 【0071】

また、ステーションノードは、同じリング上のステーションにMACフレームを送信するときには、IEEE 802.17で規定されるRPR MACフォーマットのRPR M 30  
ACフレームを生成して送信するように構成することができる。

#### 【0072】

また、ステーションノードは、同じリング上のブリッジの先に接続されたリング外ステーションにMACフレームを送信するときには、MACフレームをリング外のプロトコルに合わせた形のフォーマットにした後にそれをデータ部とみなしてRPR MACフォーマットでカプセル化した形のフォーマットにしてリング上のブリッジノードに送信するように構成することができる。

#### 【0073】

また、リング外のステーションがリング上のブリッジノードを経由して同じリング上のステーションノードにMACフレームを送信するときには、リング外のステーションから送信されたMACフレームをリング上のブリッジノードでRPR MACフレームにトラン 40  
スパレントに変換してリング上のステーションノードに送信するように構成することができる。

#### 【0074】

また、同じリング上の他のブリッジノードの先に接続されたリング外ステーションにMACフレームを送信するときには、リング外のステーションから送信されたMACフレームをリング上のブリッジノードでデータ部とみなしてRPR MACフォーマットでカプセル化した形のフォーマットにしてリング上の他ブリッジに送信するように構成することができる。

#### 【0075】

これによって、リング上のステーションノードには必ずRPR MACフレームの形でM 50

A Cフレームが受信され、リング上のブリッジノードには必ずリング外のステーションとの接続プロトコルのM A Cフレームがカプセル化されたR P R M A Cフレームが受信され、ブリッジでそのカプセルをはずしてリング外の受信先であるステーションに中継するように構成することができる。

【0076】

本発明によれば、リング上のステーションノードおよびブリッジノードが受信するフレームがカプセル化されているかどうかを受信側で判定することが不要となる。すなわち、R P R M A Cフレームの受信側に相当するステーションノードおよびブリッジノードは、M A Cフレームがカプセル化されているか否かの判断を行わなくて済む。したがって、従来技術で説明した識別用のフラグや特別なE Tは不要である。これによって、既存のR P Rノードとの互換性を維持することができる。

10

【0077】

本発明は、前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードが、前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードのM A Cアドレスが登録されたテーブルを有し、

前記各ステーションノードは、M A Cフレームを送信する場合に、このM A Cフレームの宛先M A Cアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このM A CフレームをR P R M A Cフォーマットで送信し、宛先M A Cアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このM A Cフレームがカプセル化されたR P R M A Cフレームを送信し、

各ブリッジノードは、自身に接続された前記リング外のステーションから受信したM A Cフレームを中継する場合に、このM A Cフレームの宛先M A Cアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このM A CフレームをR P R M A Cフレームに変換して送信し、宛先M A Cアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このM A Cフレームがカプセル化されたR P R M A Cフレームを送信するように構成するのが好ましい。

20

【0078】

上記テーブルとして、例えば、R P Rにおいて具備が必要と規定されている、リング上の全ステーション／ブリッジのM A Cアドレス、自ステーション／ブリッジからの距離／方向が登録されたトポロジマップテーブルを適用することができる。

【0079】

このようにすれば、リング上のステーションノードがM A Cフレームを送信するとき、およびリング上のブリッジノードがM A Cフレームを中継するときに、その宛先M A Cアドレスがテーブルに登録されていれば、受信先はリング上のステーションであり、登録されていなければ受信先はリング外のステーションであると判断して送信対象のM A Cフレームをそのままトランスペアレントで送信するか、R P R M A Cフレームでカプセル化するかを決定することが可能となる。

30

【0080】

また、本発明は、前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードが、さらに、前記各ブリッジノードのM A Cアドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのM A Cアドレスとを対応づけて格納する対応テーブルを有し、

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、M A Cフレームがカプセル化されたR P R M A Cフレームを送信する場合に、このM A Cフレームの宛先M A Cアドレスに対応するブリッジノードのM A Cアドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードのM A Cアドレスを前記R P R M A Cフレームの宛先M A Cアドレスに設定するように構成するのが好ましい。

40

【0081】

また、本発明は、前記各ステーションノードおよび／または前記各ブリッジノードは、前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、M A Cフレームがカプセル化されたR P R M A Cフレームを送信する場合に、このM A Cフレームの宛先M A Cアドレスに対応するブリッジノードのM A Cアドレスが前記対応テーブルに格納されていない

50



ときには、前記 R P R M A C フレームの宛先 M A C アドレスに前記マルチキャストアドレスを設定するように構成するのが好ましい。

【0082】

このように、リング上のすべてのブリッジを1つのグループとするマルチキャスト M A C アドレスを登録し、R P R M A C フレームの宛先 M A C アドレスがユニークに指定できないときに、この R P R M A C フレーム (M A C フレームがカプセル化されている) の宛先 M A C アドレスをマルチキャストアドレスにして全ブリッジノードに到達するように送信する。これによって、ブリッジノードの先のリング外ステーションにカプセル化された M A C フレームを到達させることが可能となる。

【0083】

すなわち、リング上のブリッジノードだけがアドレス不明のフレームを受信する手段を提供することができる。

【0084】

また、本発明は、前記各ブリッジノードが、M A C フレームがカプセル化され且つこの M A C フレームの宛先 M A C アドレスに対応するブリッジノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された R P R M A C フレームを送信する場合に、この R P R M A C フレームの送信元 M A C アドレスに自身の M A C アドレスを設定し、前記各ブリッジノードから送信される M A C アドレスがカプセル化された R P R M A C フレームを中継するステーションノードおよび／またはブリッジノードは、この R P R M A C フレームの送信元 M A C アドレスと、この R P R M A C フレーム内の M A C フレームの送信元 M A C アドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納するように構成するのが好ましい。

【0085】

また、本発明は、R P R ネットワークを構成する1以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続され、前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記リング外のステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、前記ステーションから或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信するブリッジノードである。

【0086】

また、本発明は、R P R ネットワークを構成する1以上のリングに M A C フレームを中継する複数のブリッジノードとともに接続され、前記リングに接続された他のステーションノードに M A C フレームを送信する場合には、この他のステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された R P R M A C フレームを送信し、或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションに M A C フレームを送信する場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信するステーションノードである。

【0087】

また、本発明は、R P R ネットワークを構成する1以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載され、前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記ステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C

10

20

30

40

50

フレームに変換して送信する R P R カードである。

【 0 0 8 8 】

また、本発明は、R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードの M A C フレーム中継方法であって、ブリッジノードが、

前記リング外のステーションから送信され、前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、  
或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記ステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信する。

10

【 0 0 8 9 】

また、本発明は、R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載される R P R カードの M A C フレーム中継方法であって、R P R カードが、前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、  
或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記ステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信する。

20

【 0 0 9 0 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。なお、実施の形態の構成は例示であり、本発明は実施の形態の構成に限定されない。

【 0 0 9 1 】

〔本発明の概要〕

最初に、本発明の概要を説明する。図 1 は、本発明に係るフォーマット変換方法を示す図であり、図 2 は、M A C アドレスの対応関係が未学習である場合におけるフレーム送信の説明図である。

30

【 0 0 9 2 】

本発明に適用されるフォーマット変換を図 1 に示す。このフォーマット変換は、先行技術として挙げた C 案と同様のカプセル化方式である。具体的には、M A C フレーム ( E M A C フレーム ) を次のように R M A C フレームにカプセル化 ( エンカプセル ) する。すなわち、E M A C フレーム全体を R M A C フレームのペイロード ( ユーザデータ部 ) として、このペイロードに、R P R ヘッダ、R P R M A C 相手先アドレス ( R P R M A C D A ) , R P R M A C 送信元アドレス ( R P R M A C S A ) , E T ( イーサネットタイプ ) , H E C ( ヘッダエラーチェックビット ) , および F C S ( フレームチェックシーケンス ) を図 1 に示すように付加することで R M A C フレームを生成する。

40

【 0 0 9 3 】

このとき、M A C アドレス ( E M A C アドレス ) - R P R M A C アドレスの変換テーブル ( カプセル化を実行する R P R ノードに保持されている ) を用いて、E M A C フレームの M A C D A が、対応する R P R M A C アドレスに変換され、これが R M A C フレームの R P R M A C D A としてセットされる。また、カプセル化を実行する R P R ノードの M A C アドレス ( 自ノードアドレス ) が R M A C フレームの R P R M A C S A としてセットされる。また、E M A C フレームの E T がコピーされ、R M A C フレームの E T としてセットされる。そして、R M A C フレームの H E C および F C S として、再計算された値がセットされる。但し、本発明は、C 案と異なり、新たな E T ( イーサネットタ

50

イブ)の登録を必要としない。

【0094】

また、本発明は、複数のステーションノードと複数のブリッジノードとから構成されるRPRリング(RPRネットワーク)に適用される。RPRネットワークにおけるフレームの送信処理は、ブリッジノード、ステーションノードでほぼ同様である。

【0095】

具体的には、受信フレームの宛先ノード(MAC DAで指定されるノード)がステーションノードか、ブリッジノードかを判定し、ブリッジノードである場合には、図1に示すカプセル化を行い、そうでない(ステーションノードである)場合にはカプセル化を行わないで(トランスペアレント変換(図23参照)で)送信する。

10

【0096】

これによって、フレームの宛先ノードがブリッジノードであれば、受信フレームは必ずカプセル化されて送られ、宛先ノードがステーションノードであれば必ずカプセル化されないで送られる。

【0097】

したがって、ステーションノードは、フレームを受信すると、カプセル化されていないフレームに対する処理を行い、ブリッジノードは、フレームを受信すると、カプセル化されているフレームに対する処理を行えば良い。これによって、イーサネットタイプによるカプセル化されているか否かの判定が不要となる。したがって、新規のイーサタイプの登録が不要となる。

20

【0098】

さらに、本発明を実現するためには、フレームの送信側のRPRノードで宛先ステーションがリング上のステーションノードであるか、ブリッジノードに接続されたステーションであるかを知る必要がある。これを判定するための情報は、リング上の各RPRノードが持っているリング上の各RPRノードの最新情報であるトポロジマップテーブルより取得する。

【0099】

つまり、各RPRノードは、フレーム送信の際に、その相手先MACアドレス(MAC DA)がそのトポロジマップテーブルに登録されたMACアドレス群に存在するか否かをサーチし、それがトポロジマップテーブル上に存在するならば、リング上のステーションノードが相手先となるので、カプセル化を行わないで送信する。

30

【0100】

もし、フレームの相手先MACアドレスがトポロジマップテーブルに存在しなければ、ブリッジノードに接続されたリング外のステーションへの送信となるので、カプセル化を行って送信すればよい。

【0101】

カプセル化を行うためにリング上のブリッジノードのMACアドレスとその配下のステーションMACアドレスの接続対応テーブル(変換テーブル)を作成/学習/参照することは、従来技術で述べたA~C案と同様である。

【0102】

また、フレームの送信においてMACアドレスの対応関係が未学習の場合がある。この場合には、リング上の全てのブリッジノードにこのフレームを送信する必要がある。このとき、相手先MACアドレスとしてブロードキャストアドレスを使用すると、リング上のステーションノードも受信対象となってしまう。

40

【0103】

そこで、上記問題を解決するため、マルチキャストアドレスを使用する。つまり、リング上の全てのブリッジノードを1つのグループとするマルチキャストアドレスを用意して各ブリッジノードに登録しておく。そして、図2に示すように、フレームの相手先MACアドレスに対応するRPR MACアドレスが未学習である場合(対応RPR MACアドレスがテーブルに未登録の場合)に、そのフレームを全てのブリッジノードへ送信するた

50

めに使用する。

#### 【0104】

このようにすれば、リング上のブリッジノードだけがフレームを受信することができる。このとき、ステーションノードはマルチキャストフレームを通過させるのみである。もし、ステーションノードがマルチキャストフレームを廃棄処理にする場合でも、ステーションノードは、カプセル化したフレームでも扱うことができるので、廃棄処理に問題は生じない（図2参照）。

#### 【0105】

以上で述べたとおり、本発明によれば、現在の規定のパケットフォーマットに変更を加えることなく、RPR上のすべてのブリッジノード、ステーションノード間の通信が可能となり、かつ、その通信負荷が小さいMACブリッジング方式を提供することができる。

10

#### 【0106】

##### 〔実施例〕

図3は、本発明の実施例としてのIPネットワークモデルを示す図である。図4は、本実施例における各装置（RPRノード）のIP/MACアドレス表である。図5は、図3に示す各RPRノードが持つトポロジマップテーブルの例を示す図である。

#### 【0107】

##### 〈概要〉

最初に、実施例に係るネットワークシステムの概要について説明する。図3において、装置RA、RB、BC、BD、RE、BFはRPRノードであり、RPRノードは、ルータとしての機能を持つステーションノードRA、RB、REと、ブリッジとしての機能をもつブリッジノードBC、CD、BFとからなる。これらの6つのRPRノードで1つのリングネットワークが形成されている。これらの各RPRノードは、トポロジディスカバリパケットのやりとりにより、図5の表に示すトポロジマップテーブルを装置内部に既に形成している。

20

#### 【0108】

図3に示すS1～S6は、RPRネットワークの外（リング外）に存在し、IPフレームを送受信可能なステーションである。これらのステーションS1～S6は、このRPRネットワークを含む全装置のIPアドレスは取得済みである。但し、IPアドレスに対応する各装置のMACアドレスは未学習である。また、各RPRノードもリング外の各ステーションのMACアドレスは未学習である。

30

#### 【0109】

また、RPRネットワーク上のブリッジノードBC、BD、BFがグループに属するマルチキャストMACアドレス（MCA）を全ノードが既に知っており、各ブリッジノードBC、BD、BFのみがこれを受信処理できるものとする。

#### 【0110】

##### 〈動作例〉

次に、実施例に係るネットワークシステムの動作例を説明する。図3に示すネットワークにおいて、以下に示す（A）および（B）のデータ送受信における動作例を説明する。

#### 【0111】

（A）ステーションS1からステーションS6へのデータ送信

図6は、ステーションS1～S6間のARPフレームフォーマットの説明図である。図7は、ステーションS1～S6間でやりとりされるIPデータパケットのフォーマットの説明図である。

40

#### 【0112】

ステーションS1からステーションS6へIPデータフレームを送信する場合には、最初に、ステーションS1はステーションS6のMACアドレスを知る必要がある。このため、ARP（Address Resolution Protocol）パケットをネットワークに送信し、ステーションS6のMACアドレスを取得する。ARPパケットのフレームフォーマットを図6に示す。

50

## 【0113】

ステーションS1から送信されるフレーム（ARPフレーム：図6（a）参照）の宛先アドレスはブロードキャスト（DA=BC）である。このため、規定通りのトランスペアレント送信が行われる。つまり、ステーションS1に接続され、このARPフレームを受信するブリッジノードBCは、ARPフレームにRPRヘッダ、HEC、および再計算したFCSをセットすることによって、ARPフレームをRPRに従ったフォーマット（図6（b）参照）に変換する（トランスペアレント変換を行う）。

## 【0114】

その後、ブリッジノードBCは、このARPフレームの宛先アドレスがブロードキャストであるので、RPRリングに向かって、このARPフレームがRPR上の全ノードで受信されるように、外回りおよび内回りの双方に送信する。

10

## 【0115】

このとき、ブリッジノードBCは、ステーションS6を収容するRPRノードを学習していなければ、図6（a）に示すフォーマットを持つARPフレームをステーションS2にも送信する。

## 【0116】

また、ブリッジノードBCは、ステーションS1からのフレームの受信を契機として、自装置配下にステーションS1が接続されていることを学習する。すなわち、ブリッジノードBCは、MACアドレスの変換テーブルに、ステーションS1のMACアドレス（MS1）と自装置（ブリッジノードBC）のMACアドレス（MBC）との対応関係を登録する。

20

## 【0117】

RPRネットワーク（RPRリング）に送信されるARPフレーム（図6（b））の宛先アドレスはブロードキャストである。このため、リング上の全ノードで受信される。このとき、各ステーションノードRA、RB、REは、このARPフレームを受信して解析する。しかし、各ステーションノードRA、RB、REは、MACアドレスを求めるための対応IPアドレスが自IPアドレスと異なるためこのARPパケットに応答しない。

## 【0118】

これに対し、各ブリッジノードBD、BFは、ARPフレームを受信すると、この宛先アドレス（RPR MAC DA）がブロードキャストである（ブリッジノードのMACアドレスでない）ことから、このARPフレームがカプセル化されていないと判断する。この場合、各ブリッジノードBD、BFは、ARPフレームを元のフォーマット（図6（a））に戻し、配下のステーションに送信する（トランスペアレントで動作する）。

30

## 【0119】

最終的に、このARPフレームには、ステーションS6だけが応答することができる（ARPフレームにセットされた対応IPアドレスがステーションS6のIPアドレスであるため）。ステーションS6は、ARPフレームを受信すると、これに対応するARP応答フレームを図6（c）に示すフォーマットでブリッジノードBFに送信する。

## 【0120】

ブリッジノードBFは、ステーションS6から受信したARPフレームの相手先（宛先）アドレス（=MS1）をチェックし、それがトポロジマップテーブル（図5）にないことから、当該MACアドレスがリング外のステーションのMACアドレスであると判定する。

40

## 【0121】

また、ブリッジノードBFは、宛先アドレスで特定されるステーション（ここではステーションS6）が接続されているブリッジノードがどこにあるのかを未学習である。このため、ブリッジノードBFは、ブリッジグループに設定されたマルチキャストアドレス（=MC）を使用し、図6（d）に示すようなフォーマットでステーションS1からのARPフレームをカプセル化したRPRフレームを生成し、RPRリング上に送信する。このRPRフレームのRPR宛先アドレスはマルチキャストアドレスである。このため、このR

50

P R フレームは R P R リング上の各ブリッジノード B C , B D のみで受信される。

#### 【0122】

各ブリッジノード B C , B D は、R P R フレームの宛先アドレスがマルチキャストアドレスである（フレームの宛先がブリッジノードである）ことから当該 R P R フレームに M A C フレーム（E M A C フレーム）がカプセル化されていると判断し、カプセルをはずして中身（A R P フレーム）を取り出し、自身の配下装置（リング外の各ステーション）に送信する。

#### 【0123】

このとき、各ブリッジノード B C , B D は、ブリッジノード B F の配下にステーション S 6 が接続されていることを学習する。すなわち、各ブリッジノード B C , B D は、R P R フレームの送信元アドレス（S A = M B F）と、これにカプセル化されている M A C フレーム（A R P フレーム）の送信元アドレス（S A = M S 6）とを対応づけて変換テーブルに登録する。

10

#### 【0124】

そして、リング外のステーション（ここでは、ステーション S 1 , S 2 , S 3 , S 4）に送信された A R P フレームは、ステーション S 1 のみで受信される。このようにして、ステーション S 1 は、ステーション S 6 の M A C アドレスを取得することができる。

#### 【0125】

次に、ステーション S 1 は、本来の送信対象である I P データパケット（I P フレーム）を図 7（a）に示すフレームフォーマットでブリッジノード B C へ送信する。

20

#### 【0126】

ブリッジノード B C は、ステーション S 1 からの I P フレームを受信し、その宛先アドレスがステーション S 6 の M A C アドレスである（トポロジマップテーブルに登録されていない）ことから、この I P フレームの宛先が R P R リング上のノードではなく、学習済み（変換テーブルに登録済み）のブリッジノード B F の配下のステーション S 6 であることを認識することができる。

#### 【0127】

このため、ブリッジノード B C は、ブリッジノード B F の M A C アドレスを宛先アドレスに指定した R P R ヘッダでステーション S 1 からの I P フレームをカプセル化した R P R フレーム（図 7（b）参照）を生成し、R P R リング上に送信する。

30

#### 【0128】

この R P R フレームはブリッジノード B F のみで受信される。ブリッジノード B F は、宛先がブロードキャスト指定でないことから、I P フレームがカプセル化されていると認識する。従って、ブリッジノード B F は、カプセルをはずして中身の I P フレームをステーション S 6 に送信する。これによって、ステーション S 1 とステーション S 6 との間のデータ（I P フレーム）の送受信が完了する。

#### 【0129】

なお、ブリッジノード B F は、R P R フレームを受信したときに、その送信元 M A C アドレス、およびカプセル化されている M A C フレームの送信元 M A C アドレスとから、ブリッジノード B C の配下にステーション S 1 が接続されていることを学習する（変換テーブルに登録する）ことができる。このため、逆方向、すなわちステーション S 6 からステーション S 1 へのフレーム送信は、これ以降、ステーション S 1 からステーション S 6 へ I P フレームを送信したのと同様な方法で送信することができる。

40

#### 【0130】

（B）ステーションノード R A からステーション S 3 へのデータ送信

図 8 は、ステーションノード R A - ステーション S 3 間の A R P フレームフォーマットの説明図である。図 9 は、ステーションノード R A - ステーション S 3 間の I P データパケットのフォーマットの説明図である。

#### 【0131】

ルータノード R A からステーション S 3 へフレームを送信する場合には、上記した（A）

50

の場合と同様に、ルータノード R A がステーション S 3 へ I P フレームを送信する前に A R P パケットによるステーション S 3 の M A C アドレスを知る手順が必要になる。R A → S 3 の A R P に係るフレームフォーマットを図 8 に示す。

【0132】

ルータノード R A から送信される A R P フレームの宛先 M A C アドレスはブロードキャストアドレスである（図 8（a）参照）。このため、この A R P フレームは、リング上の全ノードで受信される。このとき、各ステーションノード R B, R E は A R P フレームを受信して解析するが、自分の I P アドレスではないため、これに応答しない。

【0133】

一方、各ブリッジノード B C, B D, B F は A R P フレームを受信すると、その宛先 M A C アドレスがブロードキャストアドレスであることからカプセル化されていないと判定し、トランスペアレント変換を行い、図 8（b）に示すフォーマットで配下のステーションにフレームを送信する。

【0134】

最終的に、この A R P フレームはステーション S 3 で受信される。ステーション S 3 は A R P フレームに対する A R P 応答フレーム（図 8（c）に示すフォーマットを持つ）をブリッジノード B D へ送信する。

【0135】

ブリッジノード B D は、この A R P 応答フレームの宛先 M A C アドレスをチェックする。このときの宛先 M A C アドレスは“D A = M R A”であり、トポロジマップテーブルに登録されている。このため、ブリッジノード B D は、宛先がリング上のノード向けであることを認識することができる。このため、ブリッジノード B D は、カプセル化を行わずに R P R フォーマットにトランスペアレント変換して送信する（図 8（d）参照）。

【0136】

この R P R フレーム（A R P 応答フレーム）の宛先はステーションノード R A である。したがって、ステーションノード R A だけがこの R P R フレームを受信することができる。

【0137】

この R P R フレームによって、ルータノード R A は、ブリッジノード B D の配下にステーション S 3 が存在することを学習するとともに、ステーション S 3 の M A C アドレスの取得を完了する。

【0138】

次に、ルータノード R A は、本来の送信対象の I P データパケット（I P フレーム）をステーション S 3 宛に送信する。すなわち、ルータノード R A は、I P フレームをカプセル化した R P R フレーム（図 9（a）参照）を生成し送信する。この R P R フレームの宛先 M A C アドレスは、ブリッジノード B D を指定している（D A = M B D）。このため、ブリッジノード B D がこの R P R フレームを受信する。

【0139】

ブリッジノード B D は、R P R フレームのカプセルをはずして中身（I P フレーム）をステーション S 3 に送信する。ステーション S 3 は、ブリッジノード B D からの I P フレームを受信する。このようにして、R A - S 3 間のデータ（I P フレーム）の送受信が完了する。

【0140】

ステーション S 3 が I P データパケット（I P フレーム）をルータノード R A に送信する場合には、図 9（b）に示すフォーマットを持つ I P フレームをブリッジノード B D に送信する。

【0141】

ブリッジノード B D は、ステーション S 3 からの I P フレームをトランスペアレント変換した R P R フレーム（図 9（c）参照）を生成し、ステーションノード R A に送信する。これによって、ルータノード R A は、ステーション S 3 からの I P フレームを受信することができる。

10

20

30

40

50

## 【0142】

以上、図3に示すネットワークにおける2つのデータ送信パターンを示した。もっとも、他のステーション、ブリッジ、ルータ間も本発明の規則にしたがってフレームを組み立てれば、RPR上は現在の規定フォーマットに従い、その外で元のフレームに戻すことによって、IPネットワーク内のフレーム送受信を問題なく行うことができる。

## 【0143】

## 〈ブリッジノードの構成〉

次に、ブリッジノードの構成例について説明する。図10は、ブリッジノードの構成例を示す図であり、図11は、図10に示したRPRカードの構成を示すブロック図であり。図12は、学習テーブル/MACアドレス対応テーブルのデータ構造例を示す図である。

10

## 【0144】

図10に示すブリッジノード10は、図3における各ブリッジノードBC、BD、BFとして適用することができる。ブリッジノード10は、イーサネット回線を通じてリング外のステーションと接続されるイーサネットカード(Ethernet Card)11と、ギガイーサネット回線を通じてリング外のステーションと接続されるギガイーサネットカード(Giga Ethernet Card)12と、RPRリングに接続されるRPRカード(RPR Card)13と、カード11~13と接続されスイッチング動作によりカード間におけるMACフレームの受け渡しを行うスイッチ(SW)14と、カード11~13およびスイッチ14を制御するCPUカード(CPU Card)15とを備えている。

20

## 【0145】

RPRカード13、イーサネットカード11、ギガイーサネットカード12は、それぞれ、MACフレームを該当するインタフェース速度、プロトコルで処理するカードである。CPUカード15は、カード11~13の管理、およびカード間インタフェースのスイッチ14を制御する役割を担う。

## 【0146】

カード11~13中の或るカードにMACフレームが入力されると、そのカードは、MACフレームの宛先MACアドレスをキーとして学習テーブルを検索し、学習済みであれば、他の該当カードにフォワードする。このとき、未学習であれば他の全てのカードにMACフレームをフラッディングする。

30

## 【0147】

このように、各カード11~13には、“MAC learn”と呼ばれる学習テーブルが存在し、それらはCPUカード15により同様な学習内容を持つように管理される。

## 【0148】

また、各カード11~13は、ポート番号で管理されており、学習テーブルは各ポート番号の配下にどのようなMACアドレスの装置が接続されているか、という形式の学習内容(ポート番号と配下装置のMACアドレスとの対応関係)を保持する。

## 【0149】

RPRカード13は、本発明に係るプロトコル処理を行うカードである。図11に示すように、RPRカード13は、スイッチ14(図10)と接続されるスイッチインターフェイス(SW-INF)21と、スイッチインターフェイス21に接続されたL2エンジン(L2 Engine)22と、L2エンジン22にそれぞれ接続されたRPR MAC部(LSIで構成される)23、24と、RPR MAC 23、24にそれぞれ接続される物理インターフェイス(PHY-INF)25、26とを備えている。

40

## 【0150】

また、L2エンジン22には、トポロジマップテーブル27と、学習テーブル(MAC learn テーブル)28と、MACアドレス対応テーブル29とが接続されており、L2エンジン22による処理に応じて参照および/または更新される。

## 【0151】

RPRは二重リングであるため、外回り(Outer)および内回り(Inner)のそ

50



それぞれの通信線を収容する２つの物理インタフェース２３，２４が用意されている。物理インタフェース２５は、フレーム受信用の外回り線、およびフレーム送信用の内回り線を収容し、物理インタフェース２６は、フレーム受信用の内回り線、およびフレーム送信用の外回り線を収容している。

#### 【０１５２】

L２エンジン（L２Engine）２３は、本発明に係るプロトコル処理を含めた処理を行う。L２エンジン２３は、RPRリングへ送出すべきフレームの宛先MACアドレスにしたがって、RPR MAC部２３，２４の一方を選択し、選択先のRPR MAC部にフレームを与える。これによって、自動的に二重リングのどちら側（外回り／内回り：Outer／Inner）に送るかが決まる。

10

#### 【０１５３】

各RPR MAC部２３，２４は、MACアドレスを最終的なRPRフォーマットに変換する。ここで、上記したトランスペアレント変換やカプセル化が行われる。

#### 【０１５４】

L２エンジン２２には、主要なテーブルが３種類存在する。１つ目はRPRプロトコル処理に必要なトポロジマップテーブル２７である。トポロジマップテーブル２７は、図５に示したデータ構造を持ち、リング上の各ノードのMACアドレス、TTL等を管理している。

#### 【０１５５】

２つ目は学習テーブル（MAClearnテーブル）２８であり、図１０の説明で述べた学習テーブルに相当する。学習テーブル２８には、RPRカード１０が持つポート番号と、このポート番号のポートに接続されている装置のMACアドレスとの対応関係が登録される。

20

#### 【０１５６】

３つ目はMACアドレス対応テーブル２９である。MACアドレス対応テーブル２９には、RPR側において各リング上のノード配下のステーションのMACアドレスとノード自身のMACアドレスの対応関係が登録される。MACアドレス対応テーブル２９は、図１に示す変換テーブルに相当する。

#### 【０１５７】

MAClearnテーブル２８とMACアドレス対応テーブル２９とは融合が可能である。図１２は、テーブル２８とテーブル２９とが融合されたテーブル（MAClearn／MAC対応テーブル）３０のデータ構造例を示す図である。

30

#### 【０１５８】

図１２に示すように、テーブル３０は、ノード名（装置名）と、このノードのMACアドレスと、このノードに接続されているリング外ステーションの名称（装置名）と、このステーションのMACアドレスと、このステーションに対応するポート番号とからなるレコードを、学習により、リング上のノード毎に登録することができる。

#### 【０１５９】

図１１に示したRPRカード１３は、リング上の各ステーションノードにも搭載されている。

40

#### 【０１６０】

##### ＜処理フロー＞

次に、RPRリング外ステーション、RPRリング上のステーションノード、およびブリッジノードの処理について説明する。図１３は、ステーションノードのRPR MACフレーム送信処理を示すフローチャートであり、図１４は、ブリッジノードのRPR MACフレーム送信処理を示すフローチャートであり、図１５は、ブリッジノードのRPR MACフレーム受信処理を示すフローチャートであり、図１６は、ステーションノードのRPR MACフレーム受信処理を示すフローチャートである。

#### 【０１６１】

これらの処理は、主として、ステーションノードおよびブリッジノードに搭載されたRPR

50

Rカードによって行われる。以下、それぞれの処理について説明する。

【0162】

《ステーションノードのフレーム送信処理》

ステーションノードは、所定の相手（例えば、任意のリング外のステーション）にIPデータパケットを送信する場合には、図3に示す処理を実行する。

【0163】

最初に、ステーションノードは、相手先（宛先）IPアドレスから対応するMACアドレスをサーチ（検索）し（ステップS01）、MACアドレスが見つかった（知っている）か否かを判定する（ステップS02）。

【0164】

このとき、MACアドレスが見つかった場合（S02；Y）には、処理がステップS04に進む。そうでない場合（S02；N）には、ステーションノードは、ARPパケット送信処理により、対応するMACアドレスを取得して、処理をステップS01に戻す。

【0165】

ステップS04において、ステーションノードは、見つかったMACアドレスを宛先MACアドレスにセットしたMACフレーム（IPデータパケット含む）を作成する。

【0166】

次に、ステーションノードは、トポロジマップテーブル（図5参照）を参照し、MACフレームの宛先MACアドレスをサーチ（検索）し（ステップS05）、宛先MACアドレスがトポロジマップテーブルから見つかったか否か（登録されているか否か）を判定する（ステップS06）。

【0167】

このとき、宛先MACアドレスが見つかった場合（S06；Y）には、送信相手がリング上ステーションであるので、ステーションノードは、MACフレームをRPRフォーマットに修正（トランスペアレント変換）し、RPRリングに送出する（ステップS07）。ステップS07が終了すると、この送信処理が終了する。

【0168】

一方、ステップS06において、宛先MACアドレスが見つからなかった場合（S06；N）には、ステーションノードは、MAClearn/MAC対応テーブル（ステーションノードが持っている）でこの宛先MACアドレスをサーチ（検索）し（ステップS08）、宛先MACアドレスが見つかったか否かを判定する（ステップS09）。

【0169】

このとき、宛先MACアドレスが見つかった場合（S09；Y）には、相手がブリッジノードの配下にあるリング外のステーションであり、且つこのステーションが接続されたブリッジノードのMACアドレスが分かっている（MAClearn/MAC対応テーブルに既に登録されている）。このため、ステーションノードは、宛先MACアドレスに対応づけられたブリッジノードのMACアドレスをMAClearn/MAC対応テーブルから取得する（ステップS10）。

【0170】

続いて、ステーションノードは、ステップS04で作成したMACフレームをRPRフォーマットでカプセル化し、送信する（ステップS11）。このとき、ステーションノードは、ステップS10で得たブリッジノードのMACアドレスを、RPRフォーマットにおける宛先MACアドレスとしてセットする。ステップS11の処理が終了すると、送信処理が終了する。

【0171】

ステップS09において、宛先MACアドレスが見つからない場合（S09；N）には、相手がブリッジノードの配下にあるリング外のステーションであるが、このステーションが接続されたブリッジノードのMACアドレスが分からない状態（MAClearn/MAC対応テーブルに未だ登録されていない）である。このため、ステーションノードは、ブリッジグループのマルチキャストアドレスをRPRフォーマットの宛先MACアドレス

10

20

30

40

50

としてMACフレームをカプセル化し、送信する（ステップS12）。ステップS12の処理が終了すると、送信処理が終了する。

【0172】

《ブリッジノードのフレーム送信処理》

次に、RPRリング上の各ブリッジノードによるフレーム送信処理について説明する。図14に示すように、ブリッジノード10（図10）では、自身の配下のステーションからMACフレーム（例えば、IPデータパケットを含む）をイーサネットカード11またはギガイーサネットカード12で受信する（ステップS001）。受信されたMACフレームは、RPRリングへ送出されるものである場合には、スイッチ14を介してRPRカード13に転送される（ステップS002）。

10

【0173】

すると、RPRカード13では、L2エンジン22（図11）が、スイッチインターフェイス21を介してMACフレームを受け取り、このMACフレームから宛先MACアドレスを取り出す（ステップS003）。

【0174】

次に、L2エンジン22は、宛先MACアドレスがトポロジマップテーブル27に登録されているか否かを検索し（ステップS004）、宛先MACアドレスが見つかったか否かを判定する（ステップS005）。

【0175】

このとき、宛先MACアドレスが見つかった場合（S005；Y）には、送信相手がリング上ステーションであるので、L2エンジン22は、トポロジマップテーブルの格納内容にしたがって、対応するRPR MAC部にMACフレームを与える。RPR MAC部は、L2エンジン22からMACフレームを受け取ると、このMACフレームをRPRフォーマットに修正（トランスペアレント変換）する。

20

【0176】

変換されたMACフレーム（RMACフレーム）は、対応する物理インターフェイスからRPRリングに送出される（ステップS006）。ステップS006が終了すると、送信処理が終了する。

【0177】

一方、ステップS005において、宛先MACアドレスが見つからなかった場合（S005；N）には、L2エンジン22は、MAClearn/MAC対応テーブル30からこの宛先MACアドレスを検索し（ステップS007）、宛先MACアドレスが見つかったか否かを判定する（ステップS008）。

30

【0178】

このとき、宛先MACアドレスが見つかった場合（S008；Y）には、相手がブリッジノードの配下にあるリング外のステーションであり、且つこのステーションが接続されたブリッジノードのMACアドレスが分かっている（MAClearn/MAC対応テーブル30に既に登録されている）。このため、L2エンジン22は、宛先MACアドレスに対応づけられたブリッジノードのMACアドレスをMAClearn/MAC対応テーブル30から取得する（ステップS009）。

40

【0179】

続いて、L2エンジン22は、トポロジマップテーブル27の内容にしたがって、MACフレームをテーブル30から得られたMACアドレスとともに、対応するRPR MAC部に転送する。

【0180】

RPR MAC部は、L2エンジン22からMACフレームおよびMACアドレスを受け取ると、MACフレームをRMACフレームにカプセル化するとともに、MACアドレスをこのRMACフレームの宛先MACアドレスにセットする。

【0181】

その後、RMACフレームは、対応する物理インターフェイスを介してRPRリングに送

50

出される（ステップS 0 1 0）。ステップS 0 1 0が終了すると、この送信処理が終了する。

#### 【0 1 8 2】

ステップS 0 0 8において、宛先M A Cアドレスが見つからない場合（S 0 0 8；N）には、相手がブリッジノードの配下にあるリング外のステーションであるが、このステーションが接続されたブリッジノードのM A Cアドレスが分からない状態（M A C l e a r n / M A C 対応テーブル3 0に未だ登録されていない）である。このため、L 2エンジン2 2は、トポロジマップテーブルの内容にしたがって、M A Cフレームおよびブリッジノードグループのマルチキャストアドレス（予め保持している）を対応するR P R M A C部に転送する。

10

#### 【0 1 8 3】

R P R M A C部は、L 2エンジンからM A Cフレームおよびマルチキャストアドレスを受け取ると、M A CフレームをR M A Cフレームにカプセル化するとともに、マルチキャストアドレスをこのR M A Cフレームの宛先M A Cアドレスにセットする。その後、R P Rフレームは、対応する物理インターフェイスを介してR P Rリングに送出される（ステップS 0 1 1）。ステップS 0 1 1が終了すると、この送信処理が終了する。

#### 【0 1 8 4】

##### 《ブリッジノードのフレーム受信処理》

次に、ブリッジノードによるフレーム受信処理について説明する。図1 5に示すように、ブリッジノード1 0（図1 0）では、R P Rリングからのフレーム（R M A Cフレーム）をR P Rカード1 3で受信する。

20

#### 【0 1 8 5】

R P Rカード1 3では、R P Rフレーム（R M A Cフレーム）の送信元M A Cアドレス（S A）がチェックされ（ステップS 1 0 1）、送信元M A Cアドレスが自装置アドレスか否かが判定される（ステップS 1 0 2）。このとき、送信元M A Cアドレスが自装置アドレスである場合（S 1 0 2；Y）には、このフレームが廃棄され（ステップS 1 0 3）、この受信処理が終了する。

#### 【0 1 8 6】

これに対し、送信元M A Cアドレスが自装置アドレスでない場合（S 1 0 2；N）には、R P Rフレーム（R M A Cフレーム）の宛先M A Cアドレスがチェックされ（ステップS 1 0 4）、宛先M A Cアドレスが自装置アドレスか否かが判定される（ステップS 1 0 5）。

30

#### 【0 1 8 7】

このとき、宛先M A Cアドレスが自装置アドレスである場合（S 1 0 5；Y）には、処理がステップS 1 0 9に進み、そうでない場合（S 1 0 5；N）には、処理がステップS 1 0 6に進む。

#### 【0 1 8 8】

ステップS 1 0 6では、宛先M A Cアドレスがブリッジグループのマルチキャストアドレスか否かが判定され、マルチキャストアドレスである場合（S 1 0 6；Y）には、処理がステップS 1 1 0に進み、そうでない場合（S 1 0 6；N）には、処理がステップS 1 0 7に進む。

40

#### 【0 1 8 9】

ステップS 1 0 7では、宛先M A Cアドレスがブロードキャストアドレスか否かが判定され、ブロードキャストアドレスである場合（S 1 0 7；Y）には、処理がステップS 1 1 1に進み、そうでない場合（S 1 0 7；N）には、このR M A Cフレームが次の装置（隣接ノード）に送信され（ステップS 1 0 8）、この受信処理が終了する。

#### 【0 1 9 0】

ステップS 1 0 9では、このR M A Cフレームが装置（ブリッジノード）内に取り込まれ、処理がステップS 1 1 2に進む。

#### 【0 1 9 1】

50

ステップ S 1 1 0 では、この R M A C フレームが装置（ブリッジノード）内に取り込まれるとともに、この R M A C フレームが次の装置（隣接ノード）に送信され、処理がステップ S 1 1 2 に進む。

【 0 1 9 2 】

ステップ S 1 1 1 では、この R M A C フレームが装置（ブリッジノード）内に取り込まれるとともに、この R M A C フレームが次の装置（隣接ノード）に送信され、パケット（M A C フレーム）がカプセル化されていないものとして、処理がステップ S 1 1 4 に進む。

【 0 1 9 3 】

ステップ S 1 1 2 では、R M A C フレームの R P R ヘッダの P T（パケットタイプ（パケット種別）：図 1 7 参照）が“データパケット（1 1）”であるか否かが判定される。パケット種別がデータパケットである場合には、R M A C フレームにパケット（M A C フレーム）がカプセル化されているものとして、処理がステップ S 1 1 3 に進む。

10

【 0 1 9 4 】

ステップ S 1 1 3 では、R M A C フレームのカプセルが外され、中身（M A C フレーム）が、その宛先 M A C アドレスにしたがって、スイッチ 1 4 を介して対応するカード（イーサネットカード又はギガイーサネットカード）に転送され、このカードから配下の装置（ステーション）へ転送（フォワード）される。ステップ S 1 1 3 が終了すると、この受信処理が終了する。

【 0 1 9 5 】

ステップ S 1 1 4 では、R M A C フレームの R P R ヘッダのパケットタイプ（データパケット以外）がチェックされ、R M A C フレーム内のパケット（ユーザデータ部）がそのパケットタイプに応じたプロトコル処理部に渡される。ステップ S 1 1 4 が終了すると、この受信処理が終了する。

20

【 0 1 9 6 】

《ステーションノードのフレーム受信処理》

次に、ステーションノードによるフレーム受信処理について説明する。図 1 6 に示すように、ステーションノードが R P R リングから R P R フレーム（R M A C フレーム）を受信すると、この R M A C フレームの送信元 M A C アドレス（S A）がチェックされ（ステップ S 2 0 1）、送信元 M A C アドレスが自装置アドレスか否かが判定される（ステップ S 2 0 2）。

30

【 0 1 9 7 】

このとき、送信元 M A C アドレスが自装置アドレスである場合（S 2 0 2；Y）には、このフレームが廃棄され（ステップ S 2 0 3）、この受信処理が終了する。これに対し、送信元 M A C アドレスが自装置アドレスでない場合（S 2 0 2；N）には、R P R フレーム（R M A C フレーム）の宛先 M A C アドレスがチェックされ（ステップ S 2 0 4）、宛先 M A C アドレスが自装置アドレスか否かが判定される（ステップ S 2 0 5）。

【 0 1 9 8 】

このとき、宛先 M A C アドレスが自装置アドレスである場合（S 2 0 5；Y）には、処理がステップ S 2 0 8 に進み、そうでない場合（S 2 0 5；N）には、処理がステップ S 2 0 6 に進む。

40

【 0 1 9 9 】

ステップ S 2 0 6 では、宛先 M A C アドレスがブロードキャストアドレスか否かが判定され、ブロードキャストアドレスである場合（S 2 0 6；Y）には、処理がステップ S 2 0 9 に進み、そうでない場合（S 2 0 6；N）には、この R M A C フレームが次の装置（隣接ノード）に送信され（ステップ S 2 0 7）、この受信処理が終了する。

【 0 2 0 0 】

ステップ S 2 0 8 では、この R M A C フレームが装置（ステーションノード）内に取り込まれ、処理がステップ S 2 1 0 に進む。

【 0 2 0 1 】

ステップ S 2 0 9 では、この R M A C フレームが装置（ステーションノード）内に取り込

50

まれるとともに、このRMACフレームが次の装置（隣接ノード）に送信され、処理がステップS210に進む。

#### 【0202】

ステップS210では、このRMACフレームのRPRヘッダの packet タイプがチェックされ、RMACフレーム内の packet（ユーザデータ部）がその packet タイプに応じたプロトコル処理部に渡される。ステップS210が終了すると、この受信処理が終了する。

#### 【0203】

##### 〔その他〕

上述した実施形態は、次の発明を開示する。下記の発明は、適宜組み合わせることが可能である。なお、本発明は、RPRプロトコルが動作している二重リングへの適用だけでなく、一重リングへの適用も可能である。たとえば、二重リングの片方を障害などにより動作しないような設定を行う。あるいは、受信したMACフレームをどちらのリングに転送する際、常に、片側のリングのみを選択する。このようにして、本発明は、一重リングに適用することができる。このような実装は、当業者であれば容易に実施できることは明らかである。

#### 【0204】

（付記1） 1以上の（二重または一重の）リングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとMACフレームを中継する複数のブリッジノードとが接続されたRPRネットワークにおいて、

前記各ステーションノードは、他のステーションノードにMACフレームを送信する場合には、前記他のステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信し、或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションにMACフレームを送信する場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、  
前記各ブリッジノードは、自身に接続されたリング外のステーションから他のブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMACアドレスが宛先アドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR

MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、自身に接続された前記リング外のステーションから或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、

前記各ステーションノードは、カプセル化されていないRPR MACフレームを取り込み、

前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを取り込み、取り込んだRPR MACフレーム内のMACフレームを自身に接続されたリング外のステーションへ送信する

RPRネットワークシステム。（1）

（付記2） 前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードのMACアドレスが登録されたテーブルを有し、

前記各ステーションノードは、MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMACフレームをRPR MACフォーマットで送信し、宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信し、

各ブリッジノードは、自身に接続された前記リング外のステーションから受信したMACフレームを中継する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する

10

20

30

40

50

付記 1 記載の R P R ネットワークシステム。(2)

(付記 3) 前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、さらに、前記各ブリッジノードの M A C アドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションの M A C アドレスとを対応づけて格納する対応テーブルを有し、  
前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを送信する場合に、この M A C フレームの宛先 M A C アドレスに対応するブリッジノードの M A C アドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードの M A C アドレスを前記 R P R M A C フレームの宛先 M A C アドレスに設定する

付記 2 記載の R P R ネットワークシステム。(3)

(付記 4) 前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、  
前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを送信する場合に、この M A C フレームの宛先 M A C アドレスに対応するブリッジノードの M A C アドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記 R P R M A C フレームの宛先 M A C アドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する

付記 3 記載の R P R ネットワークシステム。(4)

(付記 5) 前記各ブリッジノードは、M A C フレームがカプセル化され且つこの M A C フレームの宛先 M A C アドレスに対応するブリッジノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された R P R M A C フレームを送信する場合に、この R P R M A C フレームの送信元 M A C アドレスに自身の M A C アドレスを設定し、  
前記各ブリッジノードから送信される M A C アドレスがカプセル化された R P R M A C フレームを中継するステーションノードおよび／またはブリッジノードは、この R P R M A C フレームの送信元 M A C アドレスと、この R P R M A C フレーム内の M A C フレームの送信元 M A C アドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する

付記 3 記載の R P R ネットワークシステム。(5)

(付記 6) R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続され、  
前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、  
前記ステーションから或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信するブリッジノード。(6)

(付記 7) 前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードの M A C アドレスが登録されたテーブルを有し、  
前記ステーションから受信した M A C フレームを中継する場合に、この M A C フレームの宛先 M A C アドレスが前記テーブルに登録されていれば、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信し、この宛先 M A C アドレスが前記テーブルに登録されていなければ、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを送信する付記 6 記載のブリッジノード。

【0205】

(付記 8) 前記各ブリッジノードの M A C アドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションの M A C アドレスとを対応づけて格納する対応テーブルをさらに有し、  
M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを送信する場合に、この M A C フレームの宛先 M A C アドレスに対応するブリッジノードの M A C アドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードの M A C アドレスを前記 R P R

10

20

30

40

50

MACフレームの宛先MACアドレスに設定する付記7記載のブリッジノード。

【0206】

(付記9) 前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する

付記8記載のブリッジノード。

【0207】

(付記10) 他のブリッジノードから送信され、MACフレームがカプセル化され、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定され、且つ前記他のブリッジノードのMACアドレスが送信元MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを中継する場合に、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスと、このRPR MACフレーム内のMACフレームの送信元MACアドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する付記8記載のブリッジノード。

【0208】

(付記11) RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを中継する複数のブリッジノードとともに接続され、

前記リングに接続された他のステーションノードにMACフレームを送信する場合には、この他のステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信し、

或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションにMACフレームを送信する場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信する

ステーションノード。(7)

(付記12) 前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードのMACアドレスが登録されたテーブルを有し、

MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMACフレームをRPR MACフォーマットで送信し、宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する

付記11記載のステーションノード。

【0209】

(付記13) 前記各ブリッジノードのMACアドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMACアドレスとを対応づけて格納する対応テーブルをさらに有し、

MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードのMACアドレスを前記RPR

MACフレームの宛先MACアドレスに設定する付記12記載のステーションノード。

【0210】

(付記14) 前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する

付記13記載のステーションノード。

10

20

30

40

50



## 【0211】

(付記15) 他のブリッジノードから送信され、MACフレームがカプセル化され、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定され、且つ前記他のブリッジノードのMACアドレスが送信元MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを中継する場合に、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスと、このRPR MACフレーム内のMACフレームの送信元MACアドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する

付記13記載のステーションノード。

## 【0212】

(付記16) RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載され、前記リング外のステーションから送信され、且つ他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信するRPRカード。(8)

(付記17) 前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードのMACアドレスが登録されたテーブルを有し、前記ステーションから送信されたMACフレームを中継する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、この宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていないければ、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する付記16記載のRPRカード。

## 【0213】

(付記18) 前記各ブリッジノードのMACアドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMACアドレスとを対応づけて格納する対応テーブルをさらに有し、

MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードのMACアドレスを前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに設定する付記17記載のRPRカード。

## 【0214】

(付記19) 前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する

付記18記載のRPRカード。

## 【0215】

(付記20) 他のブリッジノードから送信され、MACフレームがカプセル化され、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定され、且つ前記他のブリッジノードのMACアドレスが送信元MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを中継する場合に、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスと、このRPR MACフレーム内のMACフレームの送信元MACアドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する付記18記載のRPRカード。

## 【0216】

10

20

30

40

50

(付記 2 1) R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードの M A C フレーム中継方法であって、ブリッジノードが、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記ステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信する。(10)

10

(付記 2 2) R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載される R P R カードの M A C フレーム中継方法であって、R P R カードが、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記ステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信する。

20

【0217】

【発明の効果】

本発明によれば、M A C アドレスの追加／フレームのカプセル化が行われていることを示す識別用のフラグや E T を不要とする R P R ネットワークに係る技術を提供することができる。

【0218】

また、本発明によれば、リング上のブリッジノードだけがアドレス不明のフレームを受信する手段をもつ R P R ネットワークに係る技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明に係るフォーマット変換方法を示す図である。

30

【図 2】図 2 は、M A C アドレスの対応関係が未学習である場合におけるフレーム送信の説明図である。

【図 3】図 3 は、本発明の実施例としての I P ネットワークモデルを示す図である。

【図 4】図 4 は、本実施例における各装置 (R P R ノード) の I P / M A C アドレス表である。

【図 5】図 5 は、図 3 に示す各 R P R ノードが持つトポロジマップテーブルの例を示す図である。

【図 6】図 6 は、実施例におけるステーション間の A R P フレームフォーマットの説明図である。

【図 7】図 7 は、実施例におけるステーション間でやりとりされる I P データパケット (I P フレーム) のフォーマットの説明図である。

40

【図 8】図 8 は、ステーションノードとステーションとの間を転送される A R P フレームフォーマットの説明図である。

【図 9】図 9 は、ステーションノードとステーションとの間を転送される I P データパケット (I P フレーム) のフォーマットの説明図である。

【図 10】図 10 は、ブリッジノードの構成例を示す図である。

【図 11】図 11 は、図 10 に示した R P R カードの構成例を示すブロック図である。

【図 12】図 12 は、学習テーブル / M A C アドレス対応テーブルのデータ構造例を示す図である。

【図 13】図 13 は、ステーションノードの R P R M A C フレーム送信処理を示すフロ

50

ーチャートである。

【図 1 4】図 1 4 は、ブリッジノードの R P R M A C フレーム送信処理を示すフローチャートである。

【図 1 5】図 1 5 は、ブリッジノードの R P R M A C フレーム受信処理を示すフローチャートである。

【図 1 6】図 1 6 は、ステーションノードの R P R M A C フレーム受信処理を示すフローチャートである。

【図 1 7】図 1 7 は、E M A C フレームおよび R M A C フレームのフォーマットの説明図である。

【図 1 8】図 1 8 は、R P R ネットワークの例を示す図である。

10

【図 1 9】図 1 9 は、R M A C フレームの組み立ての説明図である。

【図 2 0】図 2 0 は、リング上のノードが保持するテーブル（トポロジマップテーブル）の例を示す表（表 1）である。

【図 2 1】図 2 1 は、リング上のノード間に障害が発生した後におけるノードのトポロジマップテーブルの例を示す表（表 2）である。

【図 2 2】図 2 2 は、ステーションノードとブリッジノードとが混在した R P R ネットワークの例を示す図である。

【図 2 3】図 2 3 は、I E E E 8 0 2 . 1 D に準拠するトランスペアレントブリッジが行うフレーム処理の説明図である。

【図 2 4】図 2 4 は、M A C アドレスの未学習により起きるフラッディングの説明図である。

20

【図 2 5】図 2 5 は、障害によるステアリング動作時のフラッディングの発生の説明図である。

【図 2 6】図 2 6 は、2 つのブリッジに接続されたステーションを持つ R P R ネットワーク（通常状態）の例を示す図である。

【図 2 7】図 2 7 は、2 つのブリッジに接続されたステーションを持つ R P R ネットワーク（ブリッジーリング外ステーション間の障害状態）の例を示す図である。

【図 2 8】図 2 8 は、リング上の全ノードへのフレーム送信による問題の解決方法案を示す図である。

【図 2 9】図 2 9 は、M A C アドレスを R P R フォーマットに追加する案の説明図である。

30

【図 3 0】図 3 0 は、R P R ヘッダにフラグをつけることによって M A C アドレスの存在を識別する案の説明図である。

【図 3 1】図 3 1 は、M A C フレームをカプセル化する案の説明図である。

【図 3 2】図 3 2 は、対応 M A C アドレスが変換テーブルに登録されていない場合における処理（相手先 R P R M A C アドレスがブロードキャスト指定される場合の処理）の説明図である。

【図 3 3】図 3 3 は、対応 M A C アドレスが変換テーブルに登録されていない場合における処理（相手先 R P R M A C アドレスがブロードキャスト指定される場合の処理）の説明図である。

40

#### 【符号の説明】

B C, B D, B F      ブリッジノード

R A, R B, R E      ステーションノード（ルータノード）

S 1 ~ S 6      ステーション

1 0      ブリッジノード

1 1      イーサネットカード

1 2      ギガイーサネットカード

1 3      R P R カード

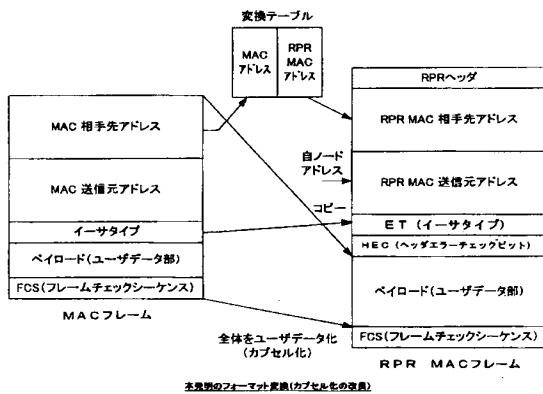
1 4      スイッチ

1 5      C P U カード

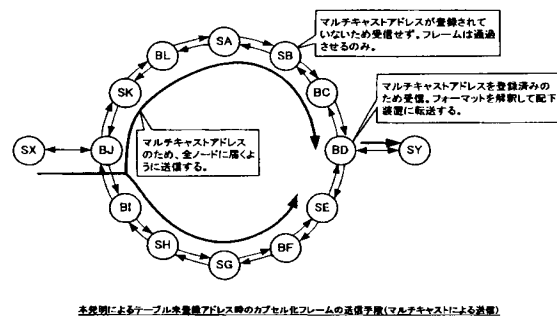
50

- 2 1      スイッチインターフェイス
- 2 2      L 2 エンジン
- 2 3, 2 4      R P R    M A C 部
- 2 5, 2 6      物理インターフェイス
- 2 7      トポロジマップテーブル
- 2 8      M A C l e a r n テーブル (学習テーブル)
- 2 9      M A C アドレス対応テーブル
- 3 0      M A C l e a r n / M A C 対応テーブル

【図 1】

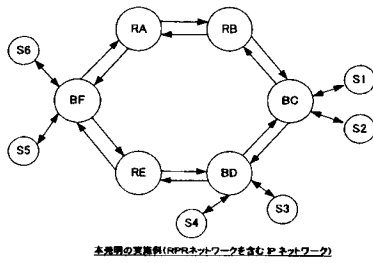


【図 2】



本発明によるノード全量宛アドレス時のカプセル化フレームの送信手順(マルチキャストによる送信)

【図 3】



【図 4】

本発明の基盤網のネットワークにおける IP/MAC アドレス表							
装置名	種別	IP アドレス	MAC アドレス	装置名	種別	IP アドレス	MAC アドレス
RA	ルータ (RPR ノード)	10.1.0.1	MRA	S1	ステーション	10.1.0.10	MS1
RB	ルータ (RPR ノード)	10.1.0.2	MRB	S2	ステーション	10.1.0.11	MS2
BC	ブリッジ (RPR ノード)	-	MBC	S3	ステーション	10.1.0.12	MS3
BD	ブリッジ (RPR ノード)	-	MBD	S4	ステーション	10.1.0.13	MS4
RE	ルータ (RPR ノード)	10.1.0.3	MRE	S5	ステーション	10.1.0.14	MS5
BF	ブリッジ (RPR ノード)	-	MBF	S6	ステーション	10.1.0.15	MS6

【図 5】

本発明の RPR 各ノードが持つ状態マッピングテーブル

1) RA

ノード名	MAC アドレス	外回り	内回り
RA	MRA	1	5
RB	MRB	2	4
BC	MBC	3	3
BD	MBD	4	2
RE	MRE	5	1
BF	MBF	-	-

2) RB

ノード名	MAC アドレス	外回り	内回り
RB	MRB	1	5
BC	MBC	2	4
BD	MBD	3	3
RE	MRE	4	2
BF	MBF	5	1
RA	MRA	-	-

3) BC

ノード名	MAC アドレス	外回り	内回り
BC	MBC	1	5
BD	MBD	2	4
RE	MRE	3	3
BF	MBF	4	2
RA	MRA	5	1
RB	MRB	-	-

4) BD

ノード名	MAC アドレス	外回り	内回り
BD	MBD	1	5
RE	MRE	2	4
BF	MBF	3	3
RA	MRA	4	2
RB	MRB	5	1
BC	MBC	-	-

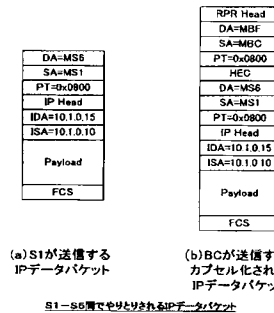
5) RE

ノード名	MAC アドレス	外回り	内回り
RE	MRE	1	5
BF	MBF	2	4
RA	MRA	3	3
RB	MRB	4	2
BC	MBC	5	1
BD	MBD	-	-

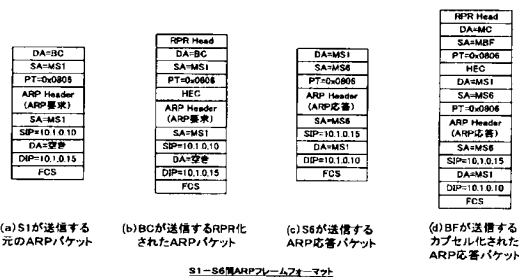
6) BF

ノード名	MAC アドレス	外回り	内回り
BF	MBF	1	5
RA	MRA	2	4
RB	MRB	3	3
BC	MBC	4	2
BD	MBD	5	1
RE	MRE	-	-

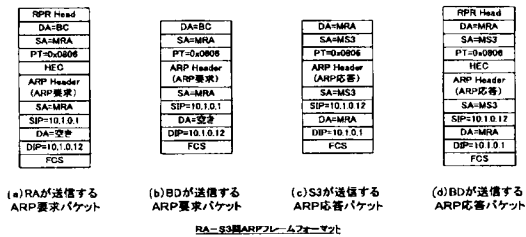
【図 7】



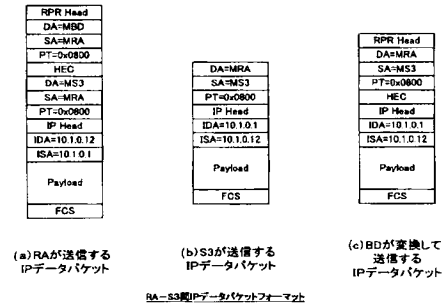
【図 6】



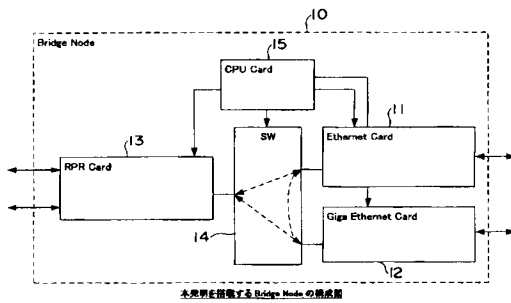
【図 8】



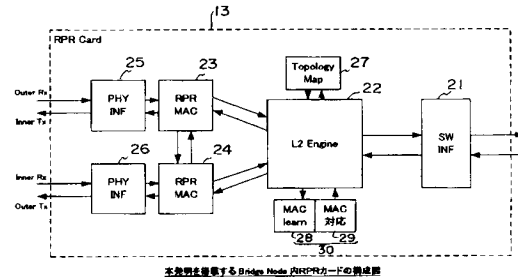
【図 9】



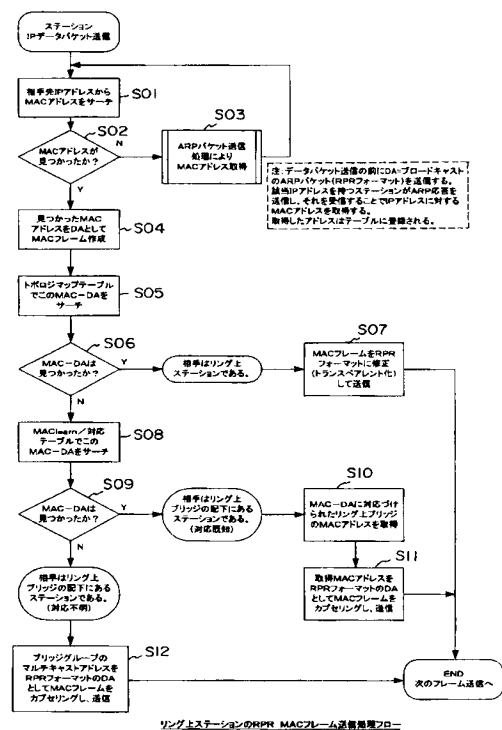
【図 10】



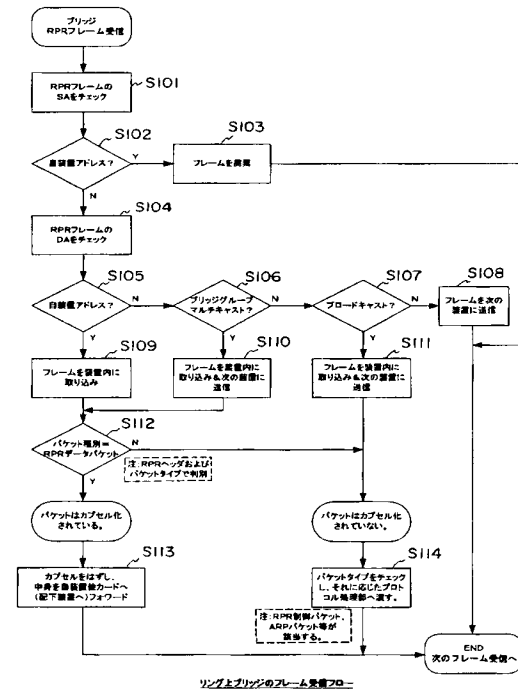
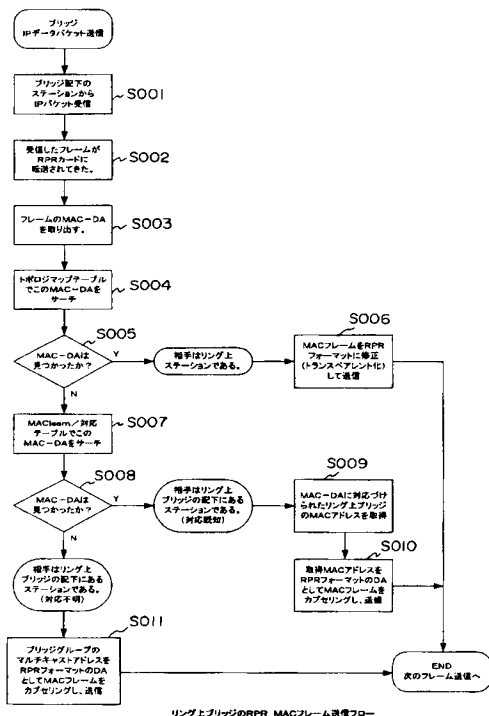
【図 11】



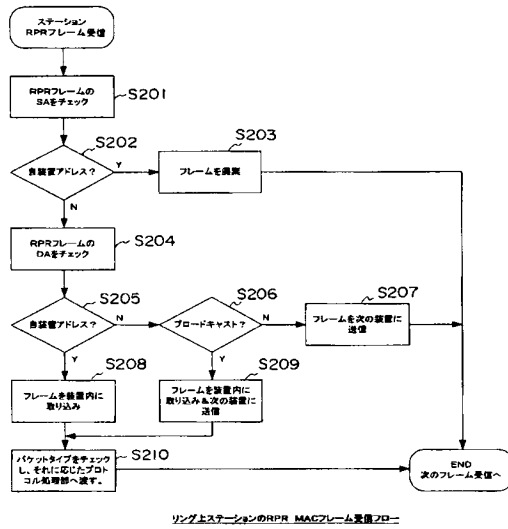
【图 1 3】

30

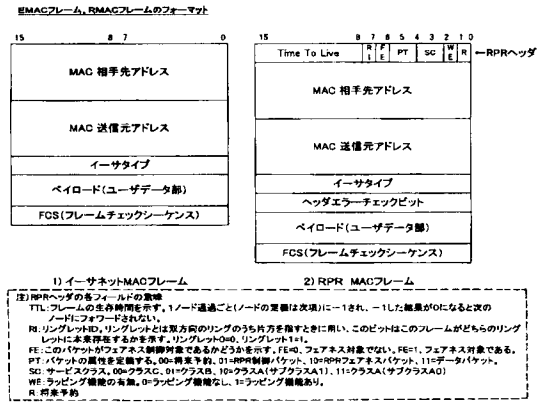
【 ㊦ 1 5 】



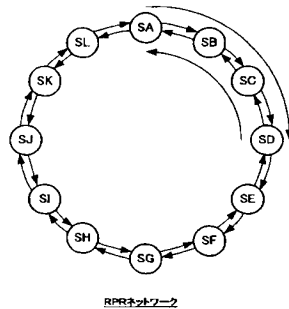
【図 16】



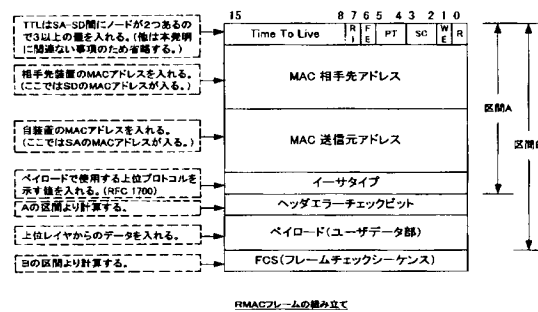
【図 17】



【図 18】



【図 19】





【図 2 0】

表1 ノードSAのテーブル(トポロジマップテーブル)

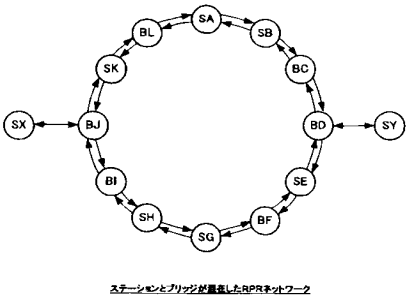
ノード名	MACアドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
SA	MSA	—	—	—	—
SB	MSB	1	IDLE	11	IDLE
SC	MSC	2	IDLE	10	IDLE
SD	MSD	3	IDLE	9	IDLE
SE	MSE	4	IDLE	8	IDLE
SF	MSF	5	IDLE	7	IDLE
SG	MSG	6	IDLE	6	IDLE
SH	MSH	7	IDLE	5	IDLE
SI	MSI	8	IDLE	4	IDLE
SJ	MSJ	9	IDLE	3	IDLE
SK	MSK	10	IDLE	2	IDLE
SL	MSL	11	IDLE	1	IDLE

【図 2 1】

表2 ノードSC⇒SD間障害発生後のノードSAのトポロジマップテーブル

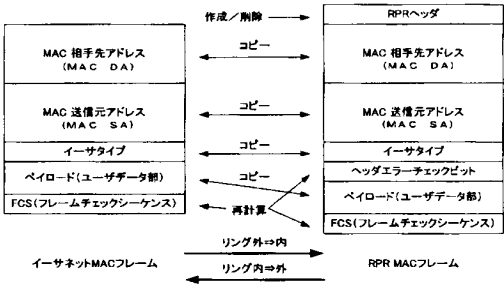
ノード名	MACアドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
SA	MSA	—	—	—	—
SB	MSB	1	IDLE	11	IDLE
SC	MSC	2	IDLE	10	IDLE
SD	MSD	3	IDLE⇒BUSY	9	IDLE
SE	MSE	4	IDLE⇒BUSY	8	IDLE
SF	MSF	5	IDLE⇒BUSY	7	IDLE
SG	MSG	6	IDLE⇒BUSY	6	IDLE
SH	MSH	7	IDLE⇒BUSY	5	IDLE
SI	MSI	8	IDLE⇒BUSY	4	IDLE
SJ	MSJ	9	IDLE⇒BUSY	3	IDLE
SK	MSK	10	IDLE⇒BUSY	2	IDLE
SL	MSL	11	IDLE⇒BUSY	1	IDLE

【図 2 2】



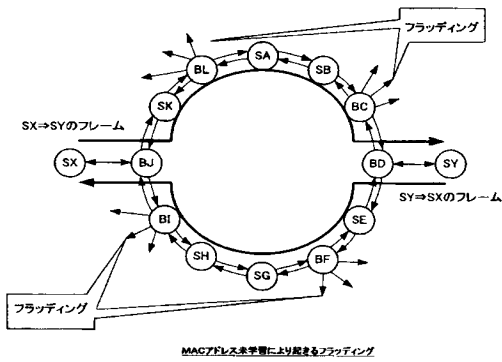
ステーションとブリッジが構成したRPRネットワーク

【図 2 3】

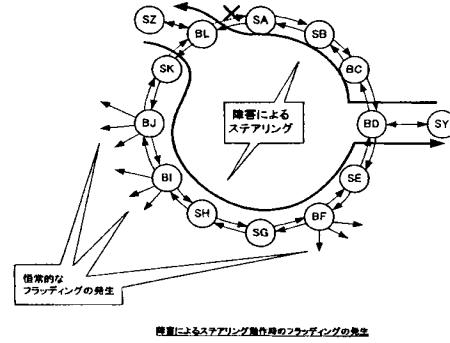


802.1D準拠のラスタペラントブリッジが作るフレーム映像

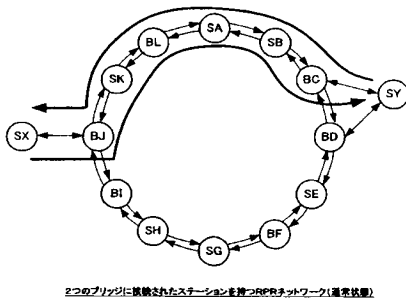
【図 24】



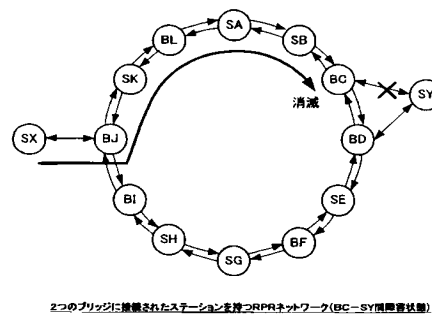
【図 25】



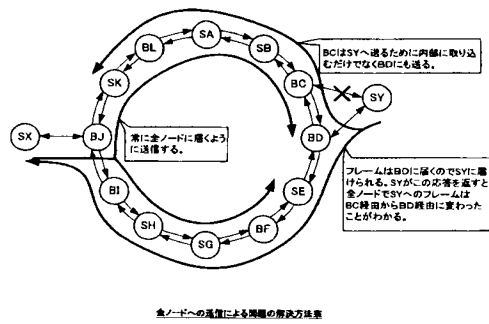
【図 26】



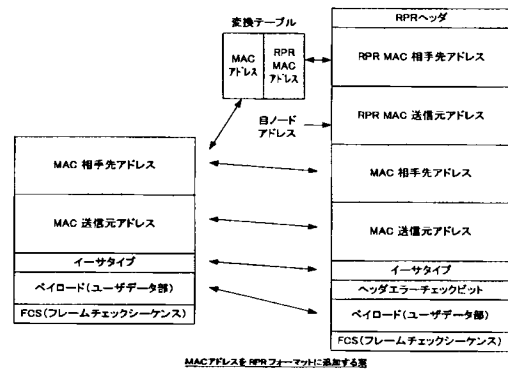
【図 27】



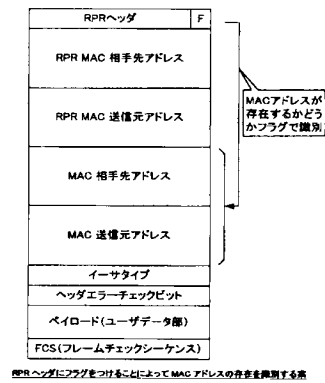
【図 28】



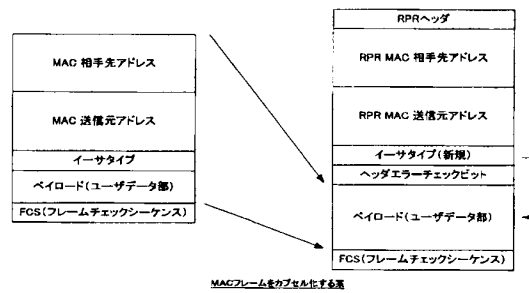
【図 29】



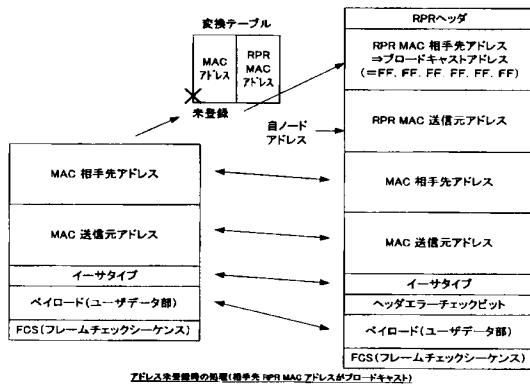
【図 30】



【図 31】



【図 3 2】



【図 3 3】

